



INSTITUTO SUPERIOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

DISTRAÇÃO ÓSSEA EM MEDICINA DENTÁRIA

Trabalho submetido por
Rita Brás Moura
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Trabalho orientado por
Prof. Doutor Paulo Maia

Junho de 2015



INSTITUTO SUPERIOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

DISTRAÇÃO ÓSSEA EM MEDICINA DENTÁRIA

Trabalho submetido por
Rita Brás Moura
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Trabalho orientado por
Prof. Doutor Paulo Maia

Junho de 2015

“Não tenhais medo do compromisso, do sacrifício, e não olheis para o futuro com temor; mantende viva a esperança: há sempre uma luz no horizonte.”

Papa Francisco

"Não nos é pedido que sejamos imaculados, mas que não cessemos de melhorar"

Papa Francisco

“Conformar-se é submeter-se e vencer é conformar-se, ser vencido. Por isso toda a vitória é uma grosseria. Os vencedores perdem sempre todas as qualidades de desalento com o presente que os levaram à luta que lhes deu a vitória. Ficam satisfeitos, e satisfeito só pode estar aquele que se conforma, que não tem a mentalidade do vencedor. Vence só quem nunca consegue.”

Fernando Pessoa

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar os meus sinceros agradecimentos ao meu orientador Professor Doutor Paulo Maia pelo seu apoio, disponibilidade, simpatia e otimismo durante a realização deste trabalho e especialmente porque me trouxe os primeiros conhecimentos de Cirurgia e me tornou uma apaixonada pela área.

Ao Doutor Nuno Silva que desde o início se mostrou disponível para ajudar e aconselhar em tudo o que podia.

Ao tio Chico e à tia Guida, meus padrinhos, por todo o apoio incondicional durante todo o curso, foram os meus grandes pilares. Sem eles não teria conseguido chegar a esta etapa final.

À minha mãe e à tia Cristina por sempre acreditarem em mim, ou melhor, não acreditarem, sempre que eu dizia que ia chumbar a um exame.

Ao meu irmão Miguel que sempre me animou nos momentos mais difíceis.

Ao Alexandre que me acompanhou nos últimos quatro anos e me apoiou em tudo.

Ao meu parceiro de Box, Luís Sousa, colega de trabalho e amigo para a vida.

À minha querida amiga Inês Antunes por toda a ajuda ao longo deste trabalho e ao longo de todo o curso.

Aos meus restantes familiares e amigos mais próximos.

RESUMO

O corpo humano tem uma enorme capacidade de regeneração. A distração óssea, ou osteogénica, consiste numa técnica que aproveita esse potencial para regeneração de osso e de tecido mole envolvente como nervos, vasos sanguíneos, músculos e mucosa.

O novo osso produz-se de forma rápida e previsível entre dois segmentos ósseos, que são gradualmente separados entre si, através de uma força de tração incremental.

Inicialmente desenvolvida para fins ortopédicos, esta técnica foi descrita pela primeira vez no início do século XX, com a finalidade de alongar e reconstruir membros.

Como alternativa a métodos convencionais, a distração óssea é cada vez mais utilizada em intervenções ao nível do esqueleto maxilo-facial, nomeadamente nas áreas de ortodontia, implantologia e patologia oral.

O típico protocolo da distração óssea inclui a execução de uma osteotomia e colocação do aparelho distrator, um período de latência (5-7 dias) que permite a formação do calo ósseo de reparação, uma fase de distração, em que o distrator é ativado até que o alongamento desejado é obtido, e um o período de consolidação.

Com base numa revisão bibliográfica, a presente monografia tem como objetivo abordar as diferentes técnicas de distração óssea na maxila e na mandíbula com aplicação em Medicina Dentária.

Palavras-chaves: Distração óssea, regeneração, maxila, mandíbula

ABSTRACT

The human body has a great regeneration ability. Osteodistraction or distraction osteogenesis is a process that takes advantage of this potential of the human body, allowing an adequate regeneration of the bone and surrounding soft tissues, such as nerves, blood vessels, muscles and mucosa.

The new bone is produced fast and predictably between two bone segments that are gradually pulled apart by an incremental tractive force.

This technique was first described in the beginning of the XX century and it was initially developed for orthopedic purposes namely to lengthen and rebuild limbs.

As an alternative to conventional means, distraction osteogenesis is increasingly used in maxillofacial interventions namely in Orthodontics, Implantology and Oral Pathology

The normal protocol of distraction osteogenesis includes performing a osteotomy and setting a distractor on the indicated area and a latency period from 5 to 7 days allowing a callus to form. A distraction phase follows, in which the distractor is used until the desired length is reached and finally a consolidation period.

This monography is intended to approach different techniques of bone distraction in the maxilla and mandible applied in Dentistry, having a bibliographic revision as basis.

Keywords: Distraction Osteogenesis, Regeneration, Maxilla, Mandible

ÍNDICE GERAL

I. INTRODUÇÃO	13
II. DESENVOLVIMENTO	15
1. HISTÓRIA	15
1.1. Princípios de Ilizarov	15
1.2. Distração óssea no esqueleto craniofacial	16
2. CONCEITOS BIOLÓGICOS	18
2.1. Mediadores moleculares da DO	20
2.1.1. Proteínas morfogénicas do osso (BMP's)	20
2.1.2. Mediadores da angiogénese	20
2.1.3. Fator de transformação do crescimento beta (TGF- β)	21
2.1.4. Mediadores inflamatórios	21
2.2. Cascata celular e molecular durante as três fases da DO	21
2.3. Mecanotransdução	22
3. CLASSIFICAÇÃO DA DISTRAÇÃO ÓSSEA	25
4. FASES DA DISTRAÇÃO ÓSSEA	26
4.1. Osteotomia	26
4.2. Fase de latência	27
4.3. Fase de ativação	28
4.4. Fase de consolidação	28
5. DISTRADORES	30
6. DISTRAÇÃO MONOFOCAL	33
6.1. DISTRAÇÃO ÓSSEA MANDIBULAR	33
6.1.1. Técnica Cirúrgica:	37
6.1.2. Distratores	37
6.2. DISTRAÇÃO ÓSSEA MAXILAR	39
6.2.1. Distratores	40
7. TRANSPORTE ÓSSEO	42
7.1. DISTRAÇÃO DE DEFEITOS SEGMENTARES MANDIBULARES	43
7.1.1. Técnica cirúrgica	44
7.1.2. Distratores	44
7.2. DISTRAÇÃO ÓSSEA ALVEOLAR	45
7.2.1. Distratores	47

7.2.2.	Indicações da DOA	48
7.2.3.	Técnica cirúrgica.....	48
7.2.4.	DOA Horizontal.....	52
7.3.	DISTRAÇÃO ÓSSEA E ORTODONTIA.....	53
7.3.1.	Rápida movimentação ortodôntica com distração óssea	53
7.3.1.1.	Distração do ligamento periodontal (Distração dentária)	54
7.3.1.2.	Distração dento-alveolar	54
7.3.1.3.	Distratores para retração rápida do canino:	56
7.3.2.	Dentes anquilosados	57
7.3.2.1.	Técnica cirúrgica	57
7.3.2.2.	Dispositivos para dentes anquilosados	58
7.3.3.	Distração da sínfise mandibular.....	58
7.3.3.1.	Técnica cirúrgica	59
7.3.3.2.	Distratores	61
8.	COMPLICAÇÕES	62
8.1.	Complicações técnicas	62
8.1.1.	Distúrbios de regeneração.....	62
8.1.2.	Estiramento excessivo dos tecidos moles	63
8.1.3.	Infeção	63
8.2.	Complicações específicas.....	63
III.	CONCLUSÃO.....	64
	BIBLIOGRAFIA	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Zonas histológicas formadas durante a DO. A inter-zona fibrosa (FIZ) é a primeira a formar-se e contém células como osteoblastos e fibras de colagénio. A micro-coluna de formação (MCF) forma-se de cada lado da osteotomia e inclui vasos sanguíneos provenientes do osso. Estes vasos e as micro-colunas de mineralização óssea são paralelos à direção da força da distração. Entre a MCF e a FIZ encontra-se a frente de mineralização primária (PMF).....	19
Figura 2: Duas variações da DO. A distração monofocal (A) baseia-se na regeneração óssea entre dois segmentos que são separados cirurgicamente por uma osteotomia. A distração óssea de transporte implica a criação de um (B1), dois (B2) ou três (B3) discos de transporte	25
Figura 3: Métodos de separação cirúrgica dos segmentos ósseos: osteotomia completa com incisão do periósteo (A), corticotomia preservando a medula e osso esponjoso (B), osteotomia incompleta (C) e osteoclase fechada (D).....	27
Figura 4: Fases da distração óssea: osteotomia (A), período de latência (B), período de distração (C) e período de consolidação (D).....	29
Figura 5: Distrator utilizado na DO alveolar constituído por uma haste de ativação, placas de estabilização horizontal, placa de estabilização vertical e parafusos de fixação.....	32
Figura 6: Localizações das osteotomias mandibulares: osteotomia do ramo (A), osteotomia angular (B) e osteotomia do corpo (C).....	34
Figura 7: Distração do corpo mandibular bilateral com distratores paralelos ao corpo da mandibular (1A) e resultante aumento da distância intercondilar (1B). Distração do corpo mandibular bilateral com distratores paralelos ao eixo ou à direção da distração (2A) sem aumento da distância intercondilar (2B). DV-vetor da distração.....	35
Figura 8: Distratores colocados paralelos ao bordo inferior da mandibular (A) com consequente aumento da altura facial (B). OPmx-Plano oclusal; DV-vetor de distração.....	35
Figura 9: Distratores colocados paralelos ao plano oclusal (A) sem aumento da altura facial (B). OPmx- plano oclusal; DV- vetor de distração.....	36
Figura 10: Distrator mandibular externo.....	38
Figura 11: Distrator interno do ramo mandibular.....	38

Figura 12: Distrator rígido externo (RED).....	40
Figura 13: Tipos de distração óssea de disco de transporte: bifocal (A), trifocal (B), tetrafocal (C).....	42
Figura 14: Distrator utilizado para transporte ósseo, constituído por um braço de ativação, estrutura de suporte, unidade de transporte e mecanismo de ativação.....	44
Figura 15: Distrator alveolar extraósseo: TRACK 1.0.....	47
Figura 16: Sistema de distrator LEAD.....	47
Figura 17: Incisão linear utilizando lâmina de bisturi número 15.....	49
Figura 18: Exposição total do defeito ósseo.....	49
Figura 19: Adaptação de um distrator consoante a anatomia do paciente e tamanho do defeito.....	49
Figura 20: Osteotomias efetuadas com uma serra, podendo ser também com uma broca troncocónica. Uma horizontal (6 mm abaixo da crista) e duas verticais paralelas ou ligeiramente divergentes entre si.....	50
Figura 21: Finalização da osteotomia utilizando um cinzel.....	50
Figura 22: O aparelho é fixo ao osso através de parafusos monocorticais.....	50
Figura 23: Antes do encerramento do retalho é necessário conferir se o disco de transporte está completamente mobilizado e para tal o distrator é ativado na sua totalidade.....	51
Figura 24: Retalho já encerrado e suturado com pontos simples.....	51
Figura 25: Técnica de DOA horizontal. O distrator utilizado é uma modificação do sistema LEAD.....	52
Figura 26: Técnica de distração do ligamento periodontal. Osteotomias verticais e uma oblíqua para diminuir a resistência óssea a distal do canino. Não é executada nenhuma osteotomia na tábua vestibular e lingual.....	54
Figura 27: Técnica de distração dento-alveolar que envolve osteotomias verticais e horizontais à volta do canino e remoção da tábua óssea vestibular do primeiro pré-molar. O disco de transporte formado inclui o dente canino e osso esponjoso.....	55
Figura 28: Distrator personalizado para distração rápida do canino, constituído por um segmento anterior, um segmento posterior, uma haste e um parafuso calibrador.....	56

Figura 29: DO para movimentação de um dente anquilosado, com a utilização de um pequeno distrator <i>tooth-borne</i> constituído por: uma rosca de transporte (A), uma haste (B) e um tubo guia (C).....	58
Figura 30: Osteotomia vertical na linha média mandibular, utilizando um osteótomo.....	60
Figura 31: Distrator é fixado ao osso mandibular através de parafusos.....	60
Figura 32: Encerramento da mucosa com pontos simples.....	61
Figura 33: Distrator híbrido para distração óssea da sínfise mandibular.....	62
Figura 34: Distrator <i>bone-borne</i> para distração da sínfise mandibular.....	62

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Investigações para promover a regeneração óssea durante a distração osteogénica.....	23,24
---	-------

LISTA DE SIGLAS

DO - Distração óssea

DSM - Distração da sínfise mandibular

DLP - Distração do ligamento periodontal

FIZ - Inter-zona fibrosa

MCF - Micro-coluna de formação

FMP - Frente de mineralização primária

BMP - Proteínas morfogénicas do osso

TGF- β - Fator de transformação de crescimento beta

FGF - Fator de crescimento fibroblástico

IGF-1 - Fator insulínico tipo 1

VEGF- Fator de crescimento endotelial vascular

IL-1 - Interleucina 1

IL-6 - Interleucina 6

PGE2 – Prostaglandina E2

COX-2 – Cicloxigenase-2

DODT – Distração óssea de disco de transporte

RTG – Regeneração tecidular guiada

DDA – Distração dento-alveolar

I. INTRODUÇÃO

A Distração Óssea (DO) é uma técnica cirúrgica utilizada para a regeneração de osso e tecido mole (distração histogénica) aproveitando os mecanismos biológicos de reparação do próprio organismo (Mampilly et al., 2014). O novo osso produz-se de forma rápida e previsível entre dois segmentos ósseos, que são gradualmente separados entre si, através de uma força de tração incremental (Öncü, Isik, Alaaddinoğlu, & Uçkan, 2015).

Originalmente desenvolvida para fins ortopédicos como meio de alongamento e reconstrução de membros, começou a ganhar uma melhor aceitação com a aplicação de conceitos e os princípios de Ilizarov em meados dos anos 50 na Rússia. No esqueleto craniofacial a distração óssea foi popularizada por McCarthy em 1992 e mais tarde por Chin&Toth. Desde então tem-se alcançado vários avanços que tornam esta técnica uma opção cada vez mais viável no tratamento e correção de deformidades craniofaciais (Kinici, Ieri, Tz, & Altuğ, 2002).

No complexo maxilo-facial a DO tem, atualmente, diversas indicações tais como: casos de severa hipoplasia mandibular, como no Síndrome Pierre Robin e Treacher Collins; hipoplasia maxilar; correção de defeitos segmentares da mandíbula causados por infecções crónicas, recessão de tumores e ferimentos de bala; regeneração do neo-côndilo; aumento da altura do rebordo alveolar para posterior reabilitação protética; aplicabilidade no campo da Ortodontia para retração rápida do canino, movimentação de dentes anquilosados e distração da sínfise mandibular (DSM) na correção de apinhamentos dentários (Hegab & Shuman, 2012).

O seu principal objetivo é, utilizando osso *in situ*, proporcionar uma continuidade óssea vascularizada e anatomicamente correta, bem como tecido mole (Neelakandan & Bhargava, 2012).

A DO é composta por três fases: fase de latência, fase de ativação e fase de consolidação (Botzenhart, Végh, Jianu, & Gedrange, 2013)

O sucesso da técnica, independentemente do local em que é realizada, está dependente da adesão aos princípios fundamentados por Ilizarov. Tais princípios passam pela realização de uma osteotomia que provoque o mínimo trauma ao periósteo; inserção do aparelho distrator; período de latência de 5-7 dias; ativação do distrator 1 mm por dia seguindo um ritmo de ativação de 2 vezes por dia e por fim o período de consolidação,

antes de remover o dispositivo, de modo a ocorrer maturação óssea e consolidação da cortical (Neelakandan & Bhargava, 2012).

Após a execução da osteotomia dá-se uma fase de inflamação e subsequente formação do calo ósseo. Posteriormente inicia-se a distração gradual dos segmentos ósseos, através de uma força de tração, que irá atuar como estimulador mecânico para a formação de novo osso, induzindo uma cascata de processos biológicos que inclui diferenciação de tecidos pluripotenciais, angiogénese, osteogénese, mineralização e remodelação (Mazzonetto & Maurette, 2009).

Relativamente aos aparelhos distratores utilizados para esta técnica, têm como características principais a capacidade de transferir as forças diretamente ao osso e rigidez suficiente para permitir a consolidação óssea. Estes aparelhos podem ser classificados quanto à sua localização, como externos ou internos, e quanto à direção das forças por eles aplicadas, como unidirecionais, bidirecionais e tridimensionais. A escolha adequada do distrator influencia diretamente o sucesso da técnica e por isso é necessário conhecer as características e indicações de cada um (Andrade, Gandhewar, & Kalra, 2011).

O objetivo desta revisão bibliográfica é clarificar o processo biológico, técnicas, sistemas e aplicações da DO em reconstruções maxilomandibulares, correlacionando com as diferentes áreas da Medicina Dentária.

II. DESENVOLVIMENTO

1. HISTÓRIA

As primeiras tentativas de DO foram realizadas por Von Langenbeck, Hopkins e Penrose e Von Eiselberg, nos finais do século XIX, com o intuito de tratar sequelas de guerra, fraturas do fêmur e osteomielite (Jordan, Goldstein, McLaurin, & Grant, 2013).

Em 1905, a DO foi introduzida pela primeira vez na literatura por Codivilla, um Médico Ortopedista. Este autor descreveu duas técnicas diferentes, uma para pequenos defeitos e outra para defeitos com necessidade de alongamentos maiores. A técnica de Codivilla rapidamente se difundiu para a América e Europa (Jordan et al., 2013).

Magnuson, em 1908, através de um modelo canino, conseguiu obter 5 a 7,5 cm de alongamento ósseo e mais tarde traduziu o procedimento para humanos, no entanto obteve complicações muito graves incluindo choque e morte (Jordan et al., 2013).

Em meados de 1930, Abott, através de um estudo intensivo, conseguiu tornar a DO um procedimento aceitável, de tal modo que até os que não detinham experiência suficiente a utilizavam, o que resultava sempre em amputações, septicemias e até mesmo morte. Muitos foram os cirurgiões que estudaram e aplicaram esta técnica aos seus pacientes, tentando sempre melhorar e inovar, no entanto, todos eles descreveram múltiplas e sérias complicações (Goldstein, Jordan, McLaurin, & Grant, 2013).

A partir de 1950, Gavriil Ilizarov conseguiu combinar as bases biológicas que determinam a formação de tecido ósseo com a técnica cirúrgica. Deste modo conseguiu diminuir os índices de complicações, encontrando a solução para os principais problemas enfrentados anteriormente. Este autor ganhou especial popularidade na União Soviética após tratar com sucesso um campeão olímpico que tinha sofrido uma fratura exposta na tibia e que, apesar de muitas cirurgias, continuava a ter uma não união óssea e uma discrepância no comprimento dos membros (Spiegelberg et al., 2010). Rapidamente a técnica de Ilizarov se difundiu por todo o mundo e os princípios dessa sua técnica são considerados, ainda hoje, a base da distração óssea (Goldstein et al., 2013).

1.1. Princípios de Ilizarov

Um dos princípios mais importantes criados por Ilizarov é o “efeito da tensão/*stress*” em que a força aplicada cria *stress* ou tensão que ativa o crescimento e regeneração dos tecidos. Este autor demonstrou que o tecido vivo, quando submetido a

uma tração gradual e constante, torna-se metabolicamente ativo (Khongshei, Banerjee, Gupta, & Banerjee, 2013; Rachmiel & Leiser, 2014).

“Todo tecido submetido a tensão responde por regeneração” *Gravriel Ilizarov*

Ilizarov defendia que o trauma do periósteo deveria ser minimizado, de modo a preservar o adequado fornecimento sanguíneo, pelo que, criou outro princípio muito importante, o “efeito carga/morfologia” em que o fornecimento de sangue influencia a forma e a massa do novo osso regenerado. (Goldstein et al., 2013; Khongshei et al., 2013).

Ilizarov também acreditava que deveria ser cumprido um período de latência de 3 a 7 dias, antes de iniciar a fase ativa da distração, permitindo a neovascularização da zona. A duração deste período iria depender do fluxo sanguíneo pré-operatório da região e dos danos causados pela osteotomia (Goldstein et al., 2013; Jordan et al., 2013).

A taxa e o ritmo da distração também influenciam a qualidade do tecido regenerado. Uma taxa de 0,5 milímetros por dia, muitas vezes, resulta na consolidação prematura do calo ósseo imaturo. Por outro lado, uma taxa de 2 milímetros por dia, resulta na formação de tecido fibroso em vez de tecido ósseo. Assim chegou à conclusão de que o ideal seria uma taxa de 1 milímetro por dia (Goldstein et al., 2013; Jordan et al., 2013) com um ritmo de 0,25 a cada 6 horas (Hamdy, Rendon, & Tabrizian, 2012).

O sucesso desta técnica depende também da fixação estável dos fragmentos ósseos, pois possibilita que existam condições biológicas e mecânicas ideais para que ocorra uma favorável consolidação óssea (Andrade et al., 2011).

1.2. Distração óssea no esqueleto craniofacial

A evolução das técnicas de DO nos ossos longos permitiu a aplicação de procedimentos reconstrutivos no complexo craniofacial (Nikola Saulacic, Vila, Martín, & García, 2004).

O primeiro relato da aplicação dos princípios de Ilizarov no esqueleto facial foi em 1973, em que Snyder, utilizando um distrator externo, realizou distração óssea em mandíbulas de modelos caninos (Andrade et al., 2011).

Em 1992, McCarthy foi o primeiro a realizar distração óssea em mandíbulas humanas de pacientes com anomalias congénitas, microsomia hemifacial e Síndrome de Nager (Andrade et al., 2011; Nikola Saulacic et al., 2004).

A técnica de distração óssea de disco de transporte (DODT) foi iniciada por Constantino em 1990, na qual criou defeitos segmentares de 25 milímetros na mandíbula de um modelo canino e em seguida regenerou novamente o osso. Em 1995, Constantino

aplicou a sua técnica em pacientes com defeitos resultantes da ressecção de tumores (Hegab & Shuman, 2012).

A possibilidade de execução de distração óssea na maxila e terço medio da face foi demonstrada por Rachmiel em 1993, através da realização de um avanço do terço médio da face em ovelhas (Andrade et al., 2011).

A DO como tratamento para correção de deficiência transversal da mandíbula foi descrita pela primeira vez por Guerrero em 1997 (Garreau, Wojcik, Rakotomalala, Raoul, & Ferri, 2015).

Molina e Ortiz-Monasterio foram os primeiros a realizar distração bidirecional na mandíbula, conseguindo alongar mais do que um local em simultâneo (Hegab & Shuman, 2012). Os mesmos autores introduziram uma técnica para aumentar simultaneamente a maxila e a mandíbula utilizando apenas um distrador mandibular. Esta técnica incluía uma osteotomia Le Fort I incompleta e uma corticotomia mandibular. A maxila acompanhava o alongamento da mandíbula à medida que a mesma era distraída (N. Saulacic, Iizuka, Martin, & Garcia, 2008).

Block efetuou distração óssea alveolar (DOA), em modelos caninos beagles, demonstrando que a DO podia ser um tratamento viável para o aumento dos rebordos alveolares (Hegab & Shuman, 2012). Coube a Chin e Toth, em 1996, serem os pioneiros na utilização de aparelhos distratores internos no rebordo alveolar de humanos (Mazzonetto, 2009; Natashekar, Chowdhary, & Chandraker, 2011). Na sequência da introdução clínica da distração alveolar por estes autores, a técnica e o número de dispositivos disponíveis aumentou exponencialmente (Hegab & Shuman, 2012).

Uma aplicação mais recente da DO verifica-se no campo da ortodontia, para movimentar segmentos dentários rapidamente e, desse modo, reduzir o tempo de tratamento ortodôntico. A distração do ligamento periodontal foi inicialmente experimentada e aplicada clinicamente por Liou e Huang com o intuito de efetuar a rápida retração dos caninos em três semanas (Liou, Polley, & Figueroa, 1998).

2. CONCEITOS BIOLÓGICOS

A correta compreensão dos eventos biológicos que sucedem durante a DO é uma ajuda fundamental para o êxito da técnica, para acelerar o tempo de tratamento e delinear novas estratégias (Rachmiel & Leiser, 2014).

O osso é um tecido conjuntivo especializado constituído por matéria inorgânica (60 a 70%) e matéria orgânica (30 a 35%) (Andrade, 2007).

Provenientes da medula óssea e dos vasos sanguíneos, as células mesenquimais, induzidas fator de transformação de crescimento beta (TGF- β) e de proteínas morfogénicas do osso (BMP's), diferenciam-se em células osteogénicas, responsáveis pela formação de osso (Andrade, 2007).

O perióstio é um tecido conjuntivo especializado que envolve os ossos e é, também, um reservatório de células mesenquimais (Neelakandan & Bhargava, 2012).

A ossificação pode dar-se através de dois mecanismos: ossificação endocondral e ossificação intramembranosa. Na ossificação endocondral, que ocorre nos ossos longos, o tecido ósseo forma-se a partir de tecido cartilaginoso. Na ossificação intramembranosa as células mesenquimais diferenciam-se em osteoblastos para formar osteoide que, posteriormente, sofre mineralização. Este último é o principal mecanismo através do qual se forma novo osso durante a DO, apesar de também haver ossificação endocondral durante os estágios iniciais (Alam, Natu, Gokkulakrishnan, Giri, & Sharma, 2012).

O processo de cicatrização que ocorre após a osteotomia efetuada é comparável ao que acontece na cicatrização das fraturas ósseas (Mazzonetto & Maurette, 2009). No entanto, ao contrário do que sucede na DO, a formação óssea endocondral domina sobre a intramembranosa durante a cicatrização de fraturas (Ai-Aql, Alaghl, Graves, Gerstenfeld, & Einhorn, 2008).

Na DO, a matriz orgânica é composta quase exclusivamente por colagénio tipo I, o que difere do processo de reparação de uma fratura, em que habitualmente ocorre uma fase de fibrocartilagem com síntese de colagénio tipo II (Arantes, Araújo & Basting, 2006).

É importante também distinguir reparação óssea de regeneração. Na primeira não há aumento do volume ósseo, restringe-se apenas à restauração de uma descontinuidade provocada por uma lesão. Por sua vez, na regeneração óssea é formado novo tecido ósseo,

envolvendo diferenciação celular e consequentemente um aumento global de tecidos esqueléticos envolventes (Ai-Aql et al., 2011; Kharkar, Kotrashetti, & Kulkarni, 2010).

Após a descontinuidade óssea provocada pela osteotomia, as células inflamatórias e osteoprogenitoras migram desde os tecidos moles adjacentes, medula, periósteo e endósteo para o local, verificando-se hemorragia e originando assim o calo ósseo imaturo (Mazzonetto & Maurette, 2009).

Com a ativação do aparelho distrator, as forças mecânicas por ele aplicadas são convertidas numa cascata de eventos bioquímicos, que por sua vez ativam inúmeros eventos celulares. Neste ponto, há uma marcada resposta vascular de modo a aumentar o aporte de fatores de crescimento, fator hipoxia-induzível, TGF- β e angiopoietina, com síntese de colagénio tipo I. Um trabeculado ósseo começa-se a formar 5 a 10 dias depois de iniciado o processo, e à medida que as forças são aplicadas, este trabeculado vai aumentando (Rachmiel & Leiser, 2014).

A nível histológico, à medida que as forças são aplicadas, uma inter-zona fibrosa (FIZ) começa-se a formar centralmente. Esta zona contém fibras de colagénio orientadas segundo o vetor de distração e, ao longo destes feixes, os osteoblastos depositam osteoide. Mais tarde, através da mineralização do osteoide entre os feixes de colagénio, surge uma micro-coluna de formação (MCF). As duas extremidades do FIZ são denominadas por frente de mineralização primária (FMP), que é uma zona fina de alta proliferação celular. À medida que a distração continua, nas zonas mais centrais dá-se a formação de tecido fibroso, enquanto que nas áreas mais periféricas se observa mineralização ativa. A FIZ permanece sempre com a mesma largura, a MCF aumenta proporcionalmente ao afastamento dos segmentos ósseos (Behnia, Tehranchi & Morad, 2013).

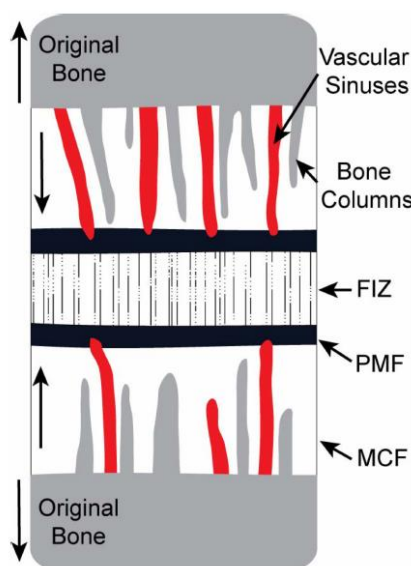


Figura 1: Zonas histológicas formadas durante a DO. A inter-zona fibrosa (FIZ) é a primeira a formar-se e contém células como osteoblastos e fibras de colagénio. A micro-coluna de formação (MCF) forma-se de cada lado da osteotomia e inclui vasos sanguíneos provenientes do osso. Estes vasos e as micro-colunas de mineralização óssea são paralelos à direção da força da distração. Entre a MCF e a FIZ encontra-se a frente de mineralização primária (PMF) (Percival & Richtsmeier, 2013).

Quando o alongamento desejado é obtido, as forças deixam de ser aplicadas, permitindo que ocorra a mineralização das zonas mais centrais e que o osso se remodele num osso lamelar mais consolidado, adquirindo resistência e funcionalidade (Goldstein et al., 2013).

2.1. Mediadores moleculares da DO

Tem-se demonstrado que os mediadores de angiogénese, TGF- β , BMP e mediadores inflamatórios detêm um papel preponderante no processo de síntese, mineralização e maturação de osso, sendo os grandes impulsionadores da DO (Rachmiel & Leiser, 2014).

2.1.1. Proteínas morfogénicas do osso (BMP's)

As BMP's atuam em estadios mais precoces da DO e induzem a proliferação, recrutamento e diferenciação de células mesenquimais indiferenciadas para o local da osteotomia. A BMP-2 e BMP-4 são produzidas pelos osteoblastos e encontram-se aumentadas durante a fase ativa de distração, ou seja, no momento em que as forças são aplicadas. Quando as forças deixam de ser aplicadas, a concentração destas proteínas vai baixando gradualmente. Devido às suas capacidades osteoindutoras, tem-se recorrido muito à utilização de BMP-2 de forma a diminuir o tempo de tratamento (Rachmiel & Leiser, 2014).

2.1.2. Mediadores da angiogénese

Uma taxa ótima de angiogénese deverá acompanhar a osteogénese (Ai-Aql et al., 2011; Rachmiel & Leiser, 2014). Um insuficiente aporte sanguíneo à área poderá levar à fibrogénese isquémica, e no final, em vez de obtermos um padrão denso e regular de colagénio, obtemos uma rede irregular, que poderá aumentar as complicações pós-operatórias. Como tal, é correto afirmar que a formação de novo osso é completamente dependente da formação de novo tecido vascular (Behnia et al., 2013).

Tanto a angiogénese como a osteogénese são dependentes do fator de crescimento endotelial vascular (VEGF). Este mediador encontra-se principalmente nos osteoblastos maduros e nos osteoclastos. Após o aparecimento de angiopoietina-1 e angiopoietina-2,

o VEGF apresenta a sua máxima expressão. A angiopoietina-1, juntamente com o VEGF, induz a formação de novos vasos e aumentam a elasticidade de vasos já formados (Rachmiel & Leiser, 2014).

2.1.3. Fator de transformação do crescimento beta (TGF- β)

O TGF- β encontra-se na lacuna criada pela osteotomia, sendo libertado pela desgranulação de plaquetas aquando da injúria causada ao osso, pelo que tem sido documentado que está envolvido na formação inicial do calo. Este fator atua como supressor da maturação dos osteoblastos, atrasando a diferenciação celular durante a fase de mineralização (Ai-Aql et al., 2011, Rachmiel & Leiser, 2014).

2.1.4. Mediadores inflamatórios

As citocinas inflamatórias com maior expressão durante o processo de regeneração óssea na DO são a interleucina-1 (IL-1) e a interleucina-6 (IL-6). Tem sido reportado que estas proteínas colaboram na ossificação intramembranosa, induzindo a diferenciação de células osteogénicas. A IL-1 e IL-6 encontram-se aumentadas na fase de ativação pois são libertadas em resposta ao *stress* mecânico (Cho et al., 2007).

2.2. Cascata celular e molecular durante as três fases da DO

A **fase de latência** inicia-se com a formação de um hematoma, inflamação e recrutamento de células mesenquimais. Ao terceiro dia da fase de latência, o coágulo é convertido em tecido de granulação, tornando-se cada vez mais fibroso devido à presença de colagénio e mais vascularizado devido à formação de novos capilares (Natu et al., 2014). As BMP-2 e BMP-4 aumentam a sua expressão de modo induzir a diferenciação das células precursoras em células osteogénicas ou condrogénicas. A IL-1 e IL-6 apenas se expressam após a osteotomia (*stress*), voltando aos seus valores normais logo de seguida. O TGF- β bem como a BMP-6 estão presentes no final desta fase (Ai-Aql et al., 2011).

Na **fase de ativação** o calo ósseo imaturo começa a ser estirado. Forma-se a zona FIZ, e concomitantemente novos vasos capilares e recrutamento de osteoblastos, dando assim início ao processo de ossificação intramembranosa. As BMP-2, BMP-4 e TGF- β atingem o pico nesta fase em resposta às forças aplicadas. O fator insulínico tipo 1 (IGF-1) e o fator de crescimento fibroblástico (FGF) são também induzidos nesta fase. O VEGF e angiopoietina 1 e 2 aparecem para promover a neo-angiogénese. A citocina IL-6 tem a sua expressão elevada de modo a promover a ossificação intramembranosa (Ai-Aql et al., 2011).

As fibras de colagénio servem como matriz, orientando o crescimento ósseo e por isso são muito importantes (Mahajan et al., 2013)

Na **fase de consolidação** o osso interconecta-se através de colunas, há recrutamento de osteoclastos e remodelação óssea. Os mediadores das fases descritas vão desaparecendo gradualmente, o único que aumenta é o TGF- α que tem a função de consumir a remodelação óssea. Quando se inicia esta fase, as áreas fibrosas e osteoides centrais vão mineralizando gradualmente e o osso imaturo formado até ao momento, através de um processo de remodelação, converte-se em osso lamelar maduro (Ai-Aql et al., 2011).

2.3. Mecanotransdução

Ilizarov criou princípios biológicos fundamentais sobre os quais a DO se baseia. Um deles denomina-se princípio da tensão/*stress*, em que as forças aplicadas durante a distração geram stress ou tensão que vai estimular o crescimento de novo osso, ativando a proliferação e regeneração celular (Natu et al., 2014).

A tração e a tensão, isto é, os sinais mecânicos, aplicados durante o tratamento são os principais estímulos para que ocorra regeneração óssea (Rachmiel, 2014), impulsionando um processo celular altamente dinâmico. Estes sinais são captados pelas células ósseas e são transformados em sinais bioquímicos, que por sua vez induzem uma resposta nos osteoblastos e osteoclastos, responsáveis pela alteração da arquitetura óssea (Natu et al., 2014).

Apesar do mecanismo preciso através do qual a tensão estimula o crescimento ósseo permanecer incerto, tem sido proposto que se deve a um processo denominado por mecanotransdução (Rachmiel & Leiser, 2014)

A mecanotransdução é o processo pelo qual as células convertem estímulos mecânicos numa resposta química (Rachmiel & Leiser, 2014) e pode ser dividida em quatro categorias: acoplamento mecânico, acoplamento químico, transmissão de sinal e resposta da célula efetora (Natu et al., 2014)

O acoplamento mecânico está relacionado com a capacidade que as células ósseas têm de depreender, através de transdução, as forças mecânicas que lhes são aplicadas. O acoplamento bioquímico trata-se da transdução de estímulos mecânicos em cascatas de sinais, que por sua vez alteram a expressão genética. A transmissão de sinais é o meio de comunicação existente entre células sensoriais e células efetoras. A resposta da célula efetora, mais propriamente dos osteoblastos, à aplicação incremental de tensão baseia-se

na alteração da expressão de proteínas que promovem a proliferação, diferenciação e mineralização. (Natu et al., 2014).

Recentemente, foram desenvolvidas variadas técnicas para acelerar a regeneração óssea durante a distração. Estas técnicas têm principalmente a capacidade de induzir o tecido do hospedeiro, aumentando o número de osteoblastos, promovendo assim a osteogénese (Kanno et al., 2012).

Na seguinte tabela encontram-se algumas das investigações recentes para promover a regeneração e maturação durante a DO.

Terapias	Efeito
Terapia Celular: <ul style="list-style-type: none"> • Transplante de osteoblastos para o calo ósseo distraído; 	Aumenta a angiogénese e a mineralização
Enxerto de matriz óssea desmineralizada	Cicatrização de osso a uma velocidade mais rápida do que o normal
A aplicação de sulfato de cálcio reabsorvível	Aumenta a taxa de osteogénese e consolidação
Aplicação de bisfosfonato	Melhora as propriedades mecânicas do osso submetido à distração osteogénica
Aplicação de hormonas: Combinação de hormonas de crescimento; <i>2β-(3-hidroxypropoxy)-1α, 25 dihydroxyvitamn D3 (ED-71)</i>	Efeito estimulador da regeneração e cicatrização óssea, sem alteração da microestrutura do calo
Factores de crescimento: FGF, GFI, VEGF	Estimula a formação óssea, a proliferação de osteoblastos e condrócitos
Ultra-som de baixa intensidade pulsátil	Regenera a formação óssea na DO
Estimulação elétrica; corrente directa, campo electromagnético acoplado	Regenera a formação óssea na DO
Osteonectina	Uma glicoproteína que se liga ao cálcio, hidroxiapatite e ao colagénio, sugerindo que é um nuclador para mineralização da matriz

Fosfatase alcalina	Um polipeptídeo segregado pelos osteoblastos. Pensa-se que promove a formação de cristais de hidroxiapatite.
Trombospondina	Uma glicoproteína segregada por células do tecido conjuntivo. Liga-se ao cálcio, hidroxiapatite e à osteonectina. Organiza os componentes da matriz extracelular ou pode agir como um factor de crescimento.
Proteínas morfogénicas do osso (BPM)	Estimulam a proliferação de condrócitos e osteoblastos e aumenta a produção de matriz em ambos os tipos de células
Factor de crescimento derivado de plaquetas (PDGF)	Estimula a proliferação de osteoblastos e condrócitos
Factor de transformação do crescimento- β (TGF- β)	Induz a diferenciação de células mesenquimais. Induz igualmente a proliferação de osteoblastos e condrócitos
Estrogénio	Uma hormona que tem um efeito complexo no osso, sendo um dos quais, a diminuição da reabsorção pelos osteoblastos

Tabela 1: Investigações para promover a regeneração óssea da distração osteogénica (Natu et al., 2014)

3. CLASSIFICAÇÃO DA DISTRAÇÃO ÓSSEA

A DO pode ser classificada em vários tipos, consoante o local e os dispositivos utilizados (Natu,2014).

Relativamente ao local em que as forças são aplicadas, pode ser considerada distração *phiseal* ou distração *callotasis*. A distração *phiseal* pode ainda ser classificada em *Epiphysiolysis* e *Chondrodiatasi*. (Natu,2014;Kumar,2011;Hegab,2012).

Para além desta classificação, também pode ser classificada como distração monofocal ou distração óssea de disco de transporte (DODT) que por sua vez, pode ser bifocal, trifocal e tetrafocal (Zapata, Elsalanty, Dechow, & Opperman, 2010).

Na **distração monofocal**, dois segmentos ósseos são separados cirurgicamente através de uma única osteotomia, formando uma lacuna onde se irá formar e regenerar novo osso. É utilizada na correção de deformidades craniofaciais que resultam em hipoplasia mandibular e maxilar e na distração da sínfise mandibular. Neste tipo de distração, inicialmente, o osso não apresenta descontinuidade (Zapata et al., 2010).

A **distração bifocal** é utilizada frequentemente para corrigir defeitos segmentares. Numa das extremidades do defeito é criado um disco de transporte, posteriormente o mesmo sofre distração até alcançar a outra extremidade, dando origem a uma solução de continuidade (Hegab & Shuman, 2012).

A **distração trifocal** é semelhante à bifocal, mas nesta são criados dois discos de transporte, um em cada extremidade, que sofrem distração até ao momento em que se encontram. Esta técnica reduz para metade o tempo de tratamento e é geralmente utilizada em correções maiores (Zapata et al., 2010).

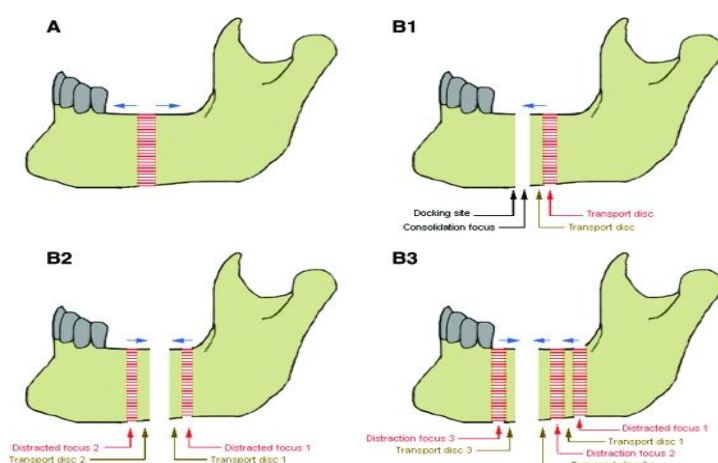


Figura 2: Duas variações da DO. A distração monofocal (A) baseia-se na regeneração óssea entre dois segmentos que são separados cirurgicamente por uma osteotomia. A distração óssea de transporte implica a criação de um (B1), dois (B2) ou três (B3) discos de transporte (Zapata et al., 2010).

4. FASES DA DISTRAÇÃO ÓSSEA

A DO óssea inicia-se com a execução de uma osteotomia e colocação do aparelho distrator no local. Em primeiro lugar é feita a exposição adequada do local e de seguida faz-se uma pré-adaptação do aparelho distrator. É realizada a osteotomia e posteriormente coloca-se definitivamente o distrator. Antes de fechar, verifica-se se a osteotomia está feita corretamente através da ativação completa do aparelho e certificação de que o disco de transporte se move livremente de modo a evitar possíveis interferências ou retenções ósseas durante a fase de ativação. Se a osteotomia estiver devidamente executada, procede-se à desativação do aparelho e encerramento do retalho (Alam et al., 2012; Mazzonetto & Maurette, 2009)

4.1. Osteotomia

A osteotomia é a separação cirúrgica de um segmento ósseo da qual advém a perda de continuidade do mesmo. A alteração na integridade mecânica causada por este procedimento vai induzir a cicatrização óssea através do recrutamento de células osteoprogenitoras para o local (Natu et al., 2014).

A incisão deve ser o mais conservadora possível e com o mínimo trauma do perióstio, a fim de assegurar um bom aporte sanguíneo (Alam et al., 2012; Natu et al., 2014).

Como a manutenção da adequada vascularização é um fator crucial para o sucesso de tratamento, foram criadas inúmeras técnicas cirúrgicas de secção óssea que visam preservar o perióstio, endóstio e a medula. As técnicas mais utilizadas são: separação completa de dois fragmentos, corticotomia preservando espaços medulares e osso esponjoso, osteotomia até parte de osso esponjoso e na porção restante indução de uma fratura orientada e, por último, osteoclase fechada recorrendo a instrumentos de modo a não romper o perióstio. Apesar desta última técnica mostrar melhores resultados de regeneração óssea, não é muito utilizada devido à sua dificuldade de execução, sendo a mais comum a separação completa de dois segmentos, que também oferece resultados positivos, tendo como condição uma correta manipulação do perióstio e dos tecidos envolventes (Faber, Azevedo, & Báó, 2005).

Na maior parte dos casos, a osteotomia origina um defeito inicial de aproximadamente 1,0 milímetros e a sua realização deve ser acompanhada de irrigação abundante, a fim de evitar o sobreaquecimento e devem ser utilizadas brocas novas (Alam et al., 2012; Hegab & Shuman, 2012; Natu et al., 2014)

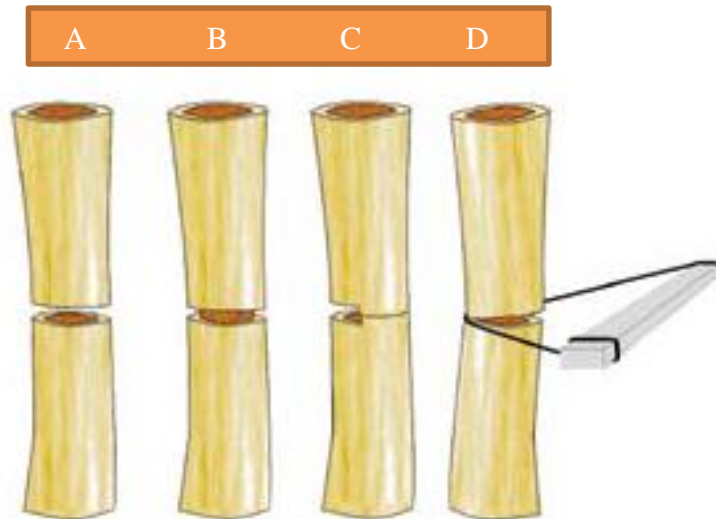


Figura 3: Métodos de separação cirúrgica dos segmentos ósseos: osteotomia completa com incisão do periósteo (A), corticotomia preservando a medula e osso esponjoso (B), osteotomia incompleta (C) e osteoclase fechada (D). (Faber et al., 2005)

4.2. Fase de latência

A fase de latência corresponde ao período desde a realização da osteotomia até ao momento em que as forças de tração começam a ser aplicadas. Esta fase permite a formação do calo ósseo imaturo entre as superfícies dos segmentos separados cirurgicamente (Alam et al., 2012; Mahajan, Kashyap, Singh, & Kumar, 2013).

Geralmente tem a duração de 0 a 7 dias e corresponde temporalmente aos acontecimentos iniciais do normal processo de reparação óssea (Fernandes, Orsi, & Bezzon, 2010; Hegab & Shuman, 2012).

Um tempo de latência extremamente curto pode influenciar a estabilidade e formação óssea. Por outro lado, um tempo de latência demasiado longo pode provocar a união prematura do osso (Botzenhart et al., 2013).

Um estudo experimental em animais demonstrou que a estabilidade e o alongamento obtido foram similares com tempos de latência de 0, 4 e 7 dias. Vários estudos têm sido feitos com o propósito de avaliar a real necessidade e a verdadeira importância do tempo de latência e muitos sugerem que esta fase pode não ser essencial. Independentemente das controvérsias existentes acerca deste tema, uma revisão da literatura demonstrou que um tempo de latência de 5 -7 dias é o protocolo mais aconselhado (Swennen, Schliephake, Dempf, Schierle, & Malevez, 2001).

Yang et. al. (2014) realizaram um estudo onde analisaram os protocolos mais aplicados na DO alveolar e concluíram que a média de tempo de latência aplicada foi de 6,26 dias.

4.3. Fase de ativação

A fase de ativação começa após a fase de latência e corresponde ao período em que são aplicadas forças de tração ao calo ósseo imaturo (Fernandes et al., 2010).

Habitualmente esta fase dura 1-2 semanas (Fernandes et al., 2010; Hegab & Shuman, 2012; Natsu et al., 2014), o tempo suficiente para que se forme a quantidade desejada de tecido entre os dois segmentos ósseos (Botzenhart et al., 2013).

A ativação é realizada pelo paciente depois de ser instruído escrupulosamente pelo médico (Behnia et al., 2013).

Dois parâmetros muito importantes durante a fase ativa da DO são o ritmo e a taxa. A taxa de distração é o número de milímetros que as superfícies ósseas são estiradas por dia (Mahajan et al., 2013). Ilizarov demonstrou que uma taxa demasiado baixa pode originar muitas vezes consolidação prematura, ao passo que uma taxa de 2,0 milímetros por dia frequentemente resulta numa inadequada formação óssea e numa união fibrosa. Assim, a taxa ideal e mais aplicada é de 1 mm/dia, conseguindo-se os melhores resultados clínicos (Hassani, Karimi, Hassani, & Hassani, 2015). O ritmo é o número de ativações realizadas por dia, habitualmente em incrementos iguais, e o total da sua soma é igual à taxa (Mahajan et al., 2013). O ritmo mais aplicado e mais referenciado na literatura é de 0,5 milímetros duas vezes por dia ou 0,25 milímetros quatro vezes por dia, no entanto o ideal seria a aplicação de forças leves e contínuas (Botzenhart et al., 2013). Durante esta fase, outro aspecto importante é a estabilidade do distrator (Hassani et al., 2015).

4.4. Fase de consolidação

A fase de consolidação é o período decorrido entre a remoção das forças de tração e a remoção do aparelho distrator e possibilita a maturação e corticalização do tecido ósseo formado (Sethi, Patil & Keluskar, 2006).

Não existe um consenso acerca da duração exata desta fase, porém tem sido relatado que o período de consolidação deve ser o dobro do tempo aplicado à fase de ativação, ou por outras perspetivas, o distrator só deve ser removido quando, a nível radiográfico, existam evidências de mineralização na lacuna entre os segmentos ósseos

distraídos, caso contrário, há um risco muito grande de fratura e de instabilidade (Botzenhart et al., 2013).

Outros autores afirmam que na DO craniofacial o tempo de consolidação aplicado depende da faixa etária dos pacientes. Em crianças recomendam 3 a 5 semanas, por sua vez em pacientes adultos são necessárias 6 a 12 semanas (Hegab & Shuman, 2012).

O osso formado através desta técnica só adquire características idênticas ao osso inicial após um ano (Fernandes et al., 2010; Hegab & Shuman, 2012). O tempo decorrido depois da remoção do dispositivo e que permite a completa remodelação do osso denomina-se por **fase de remodelação** (Mahajan et al., 2013).

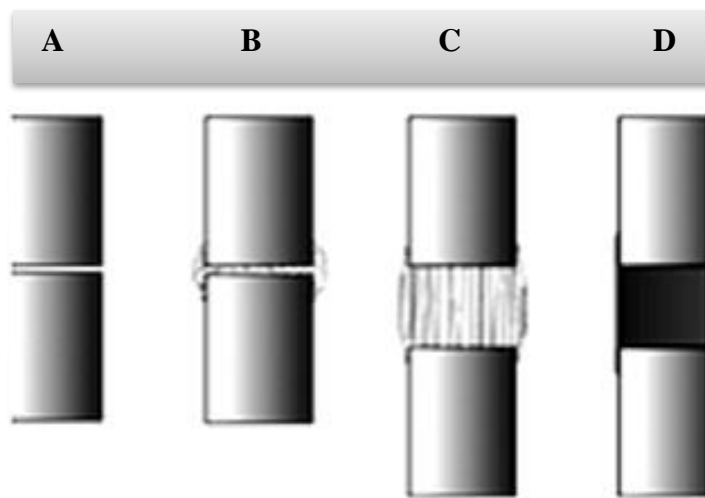


Figura 4: Fases da distração óssea: osteotomia (A), período de latência (B), período de distração (C) e período de consolidação (D) (Hegab & Shuman, 2012).

5. DISTRADORES

Os distratores têm como funções principais a estabilização dos segmentos ósseos osteotomizados, de modo a que não haja nenhuma movimentação e a transmissão de forças mecânicas diretamente ao osso (Andrade et al., 2011). Caso houvesse movimentação, toda a estimulação mecânica estaria alterada e a angiogénese poderia ser prejudicada. Assim, a estabilidade do distrator permite a formação de um calo ósseo num curto período de tempo e uma correta consolidação (Arantes, Araújo, & Basting, 2006).

Os primeiros aparelhos distratores utilizados no esqueleto craniofacial baseavam-se nos aparelhos utilizados nos ossos longos e seguiam os seus padrões mecânicos. Com a evolução desta técnica também os distratores evoluíram e desde então têm sido propostos vários modelos (Arantes et al., 2006).

Os dispositivos utilizados no complexo craniofacial podem ser divididos em dois tipos principais: **internos** e **externos** (Andrade et al., 2011; Cherackal & Thomas, 2014).

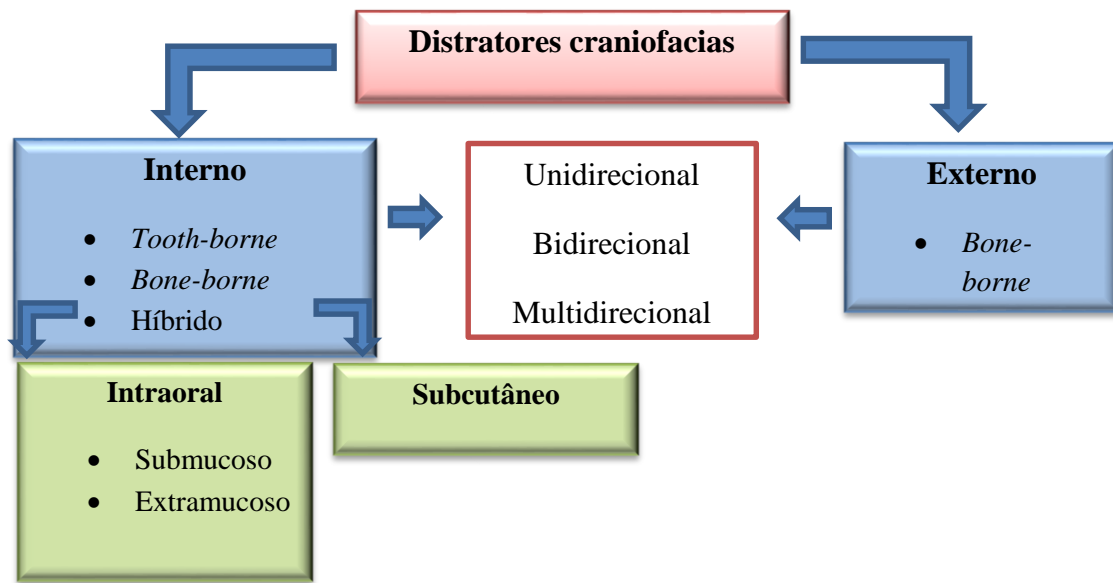
Os aparelhos externos são fixados ao osso através de pinos percutâneos, que se encontram ligados externamente a grampos de fixação. Estes grampos estão ligados entre si através de uma haste, que quando é ativada gera uma força sobre os grampos e sobre o osso, gerando desta forma a distração dos segmentos (Andrade et al., 2011; Hegab & Shuman, 2012). Estes dispositivos são muito volumosos, geram cicatrizes e causam problemas do foro psicossocial, tendo uma escassa aceitação pela parte dos pacientes. Por seu turno, reúnem em si uma simplicidade de fixação, facilidade de manipulação bem como a execução distração bidirecional e multidirecional (Arantes et al., 2006).

Os aparelhos internos são melhor aceites pelos pacientes. A nível psicossocial não têm um impacto tão negativo, não causam cicatrizes faciais, têm dimensões exíguas, proporcionam uma boa estabilidade e são menos propensos a traumas, uma vez que se encontram dentro da cavidade oral. Em contrapartida, como se encontram restritos à cavidade oral e têm dimensões pequenas, são mais difíceis de manusear (Sethi et al., 2006). Para ultrapassar esta limitação foram desenvolvidos distratores universais, que têm a capacidade de se adaptar a qualquer região craniofacial, distratores intra-orais com um *design* especializado para a região anatómica onde são aplicados e ainda distratores personalizados que já vêm pré-programados (Andrade et al., 2011).

Estes dispositivos internos podem ser intra-orais ou subcutâneos. Os intra-orais por sua vez, podem ser submucosos ou extramucosos. Relativamente ao tipo de fixação podem ser ancorados ao osso (*bone-borne*), aos dentes (*tooth-borne*) ou a ambos

(híbridos) (Andrade et al., 2011; Bagatin, 2002; Cherackal & Thomas, 2014; Nair et al., 2014).

De acordo com a direção da distração, os distratores podem ser categorizados em unidirecionais, bidirecionais e multidirecionais (Andrade et al., 2011; Bagatin, 2002; Cherackal & Thomas, 2014). Os unidirecionais fornecem apenas um vetor de direção, os bidirecionais permitem a distração do osso em duas direções e os multidirecionais permitem em mais do que duas direções (Hegab & Shuman, 2012).



Recentemente foram desenvolvidos aparelhos distratores que permitem movimentos curvilíneos, monitorizados e hidráulicos. Estes dois últimos podem ser ativados e monitorizados remotamente, permitindo um controlo direcional preciso e uma calibração de forças de distração. Estes novos avanços simplificam a fase de ativação para os pacientes (Andrade et al., 2011).

Relativamente ao tipo de material utilizado, os distratores podem ser bio reabsorvíveis, utilizados em crianças com problemas congénitos ou podem ser metálicos não reabsorvíveis (Hegab & Shuman, 2012).

O sucesso da técnica está diretamente relacionado com o conhecimento do aparelho distrator que se está a utilizar, das suas funcionalidades, aplicações e limitações (Mazzoneto & Maurette, 2009).

Apesar da grande diversidade de distratores existentes atualmente, no geral, todos têm alguns constituintes base: uma haste de ativação e placas de estabilização e parafusos para fixação.

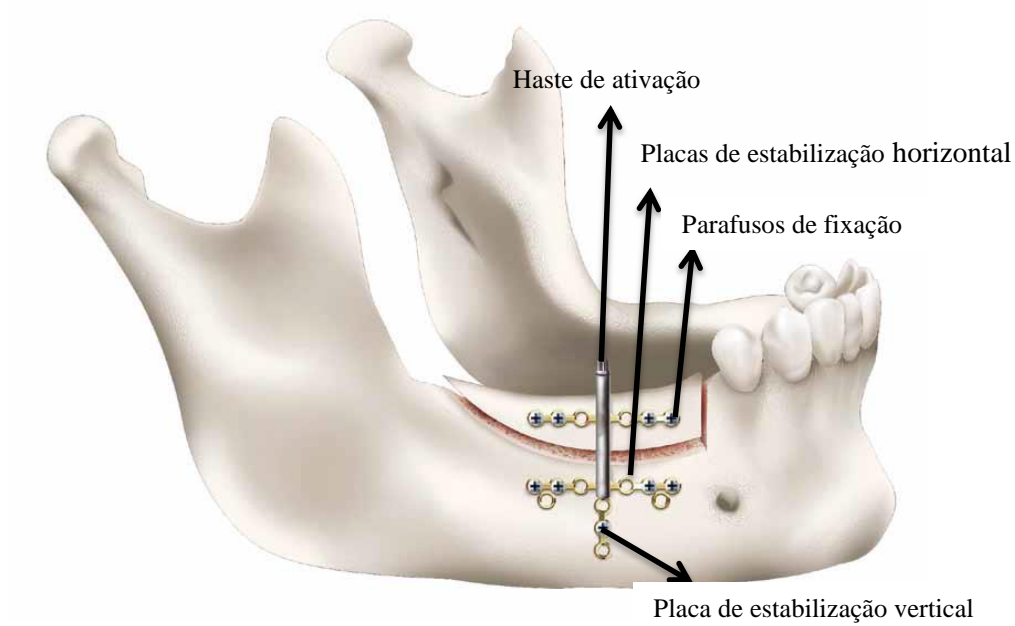


Figura 5: Distrator utilizado na DO alveolar constituído por uma haste de ativação, placas de estabilização horizontal, placa de estabilização vertical e parafusos de fixação (Mazzonetto & Maurette, 2009).

6. DISTRAÇÃO MONOFOCAL

6.1. DISTRAÇÃO ÓSSEA MANDIBULAR

Algumas condições congênitas ou traumas resultam em hipoplasia mandibular. Dependendo da gravidade, a hipoplasia mandibular origina problemas estéticos, mastigatórios e, derivado ao retro-posicionamento da língua, obstrução das vias aéreas (Behnia et al., 2013)

Tradicionalmente, esta condição tem vindo a ser abordada através de cirurgia ortognática, enxertos ósseos e tratamento ortodôntico, no entanto, os resultados nem sempre são satisfatórios e muitas vezes o tratamento não é viável (Al-moraissi & Ellis, 2015).

A osteotomia sagital bilateral é a técnica mais utilizada. Esta abordagem cirúrgica tem resultados imprevisíveis e uma das suas complicações mais frequentes é a lesão do nervo alveolar inferior (Al-moraissi & Ellis, 2015).

A DO têm-se demonstrado eficiente no tratamento de pacientes com hipoplasia mandibular e classe II esquelética, nos quais é necessário efetuar grandes avanços. Esta técnica tem sido utilizada e descrita na literatura, principalmente em pacientes que apresentam síndrome de Treacher-Collins, síndrome Pierre Robin, microssomia hemifacial e anquilose da articulação têmporo-mandibular (Behnia et al., 2013).

Para além das indicações mais frequentes supramencionadas, a DO mandibular tem ainda indicação nos seguintes casos: micrognatia adquirida e congénita, microssomia craniofacial, síndrome de apneia obstrutiva do sono, síndrome de Nagers, síndrome de Goldenhar, síndrome Hanhart, reabsorção condilar, hipoplasia do côndilo, síndrome de Moebius, síndrome de Crouzon e síndrome de Silver Russel. (Sethi et al., 2006).

Não existem contraindicações absolutas, contudo, existem situações em que é necessário ter uma maior precaução, como no caso de pacientes tratados com radiação, devido ao atraso na cicatrização tecidual, pacientes demasiado jovens e pacientes não cooperantes (Sethi *et al.*, 2006).

A hipoplasia mandibular pode ser unilateral ou bilateral. Deste modo, a DO pode ser executada na mandíbula unilateralmente no ramo, no corpo ou no ângulo e bilateralmente em casos de migrognatia grave, como no Síndrome de Pierre Robin e ainda em crianças com obstrução das vias aéreas (Hegab & Shuman, 2012).

Nesta técnica o vetor da distração é de extrema importância e deve ser muito bem analisado. Uma correta avaliação e planeamento do vetor é preponderante na medida em

que influencia diretamente na adequada posição do segmento ósseo no final do tratamento. (Sethi et al., 2006).

O vetor de distração é determinado pela localização da osteotomia (ramo, ângulo ou corpo) e pela posição e orientação em que o distrator é colocado (Sant'Anna et al., 2015).

A osteotomia no ramo da mandíbula é utilizada quando pretendemos realizar uma distração mandibular vertical. A osteotomia angular é realizada quando se pretende um alongamento para baixo e para frente. A osteotomia no corpo é executada quando queremos realizar uma distração anterior e horizontal (Sethi et al., 2006).

Relativamente à posição do distrator, quando o objetivo do tratamento é alongar o ramo mandibular, o distrator deverá ser colocado na vertical. Quando o distrator é colocado no sentido oblíquo, ocorre um alongamento do ramo e do corpo mandibular com preservação do ângulo goníaco, por outro lado, quando o distrator é colocado horizontalmente conseguimos uma projeção anterior do corpo da mandíbula (Sethi et al., 2006)

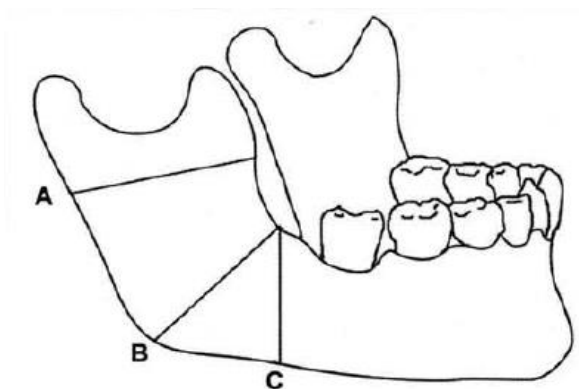


Figura 6: Localizações das osteotomias mandibulares: osteotomia do ramo (A), osteotomia angular (B) e osteotomia do corpo (C) (Sethi et al., 2006).

Samchukov, Cope, Harper e Ross (1998) avaliaram os efeitos biomecânicos que o distrator produz quando é colocado com duas orientações diferentes: paralelo ao corpo da mandíbula e paralelo ao eixo da distração. Quando foi realizada distração bilateral do corpo da mandíbula com o distrator colocado paralelo ao corpo, o deslocamento resultou num aumento da distância intercondilar. Por outro lado, quando o distrator foi colocado paralelo ao eixo da distração, não houve aumento da distância intercondilar.

Assim, concluíram que os distratores devem ser orientados paralelamente ao eixo de distração de modo a evitar efeitos adversos biomecânicos.

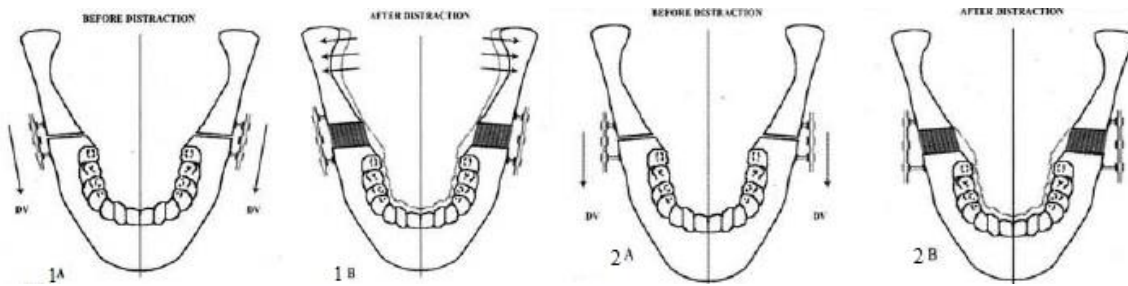


Figura 7: Distração do corpo mandibular bilateral com distratores paralelos ao corpo da mandibular (1A) e resultante aumento da distância intercondilar (1B). Distração do corpo mandibular bilateral com distratores paralelos ao eixo ou à direção da distração (2A) sem aumento da distância intercondilar (2B). DV-vetor da distração. (Sethi et al. 2006).

O efeito da orientação do distrator também foi avaliado no plano sagital. O aparelho foi colocado paralelo ao bordo inferior da mandíbula e paralelo ao plano oclusal. Quando os distratores se encontravam paralelos ao bordo inferior da mandíbula, o alongamento resultou num aumento da altura facial para baixo e para a frente. Quando o distrator é colocado paralelo ao plano oclusal o mesmo não se verificou.

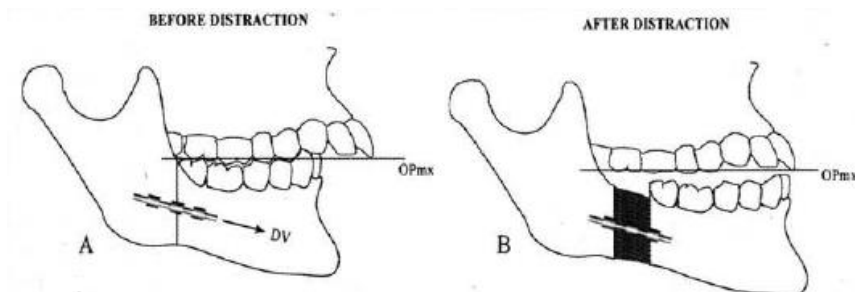


Figura 8: Distratores colocados paralelos ao bordo inferior da mandíbula (A) com consequente aumento da altura facial (B). Opmx-Plano oclusal; DV-vetor de distração (Sethi et al., 2006)

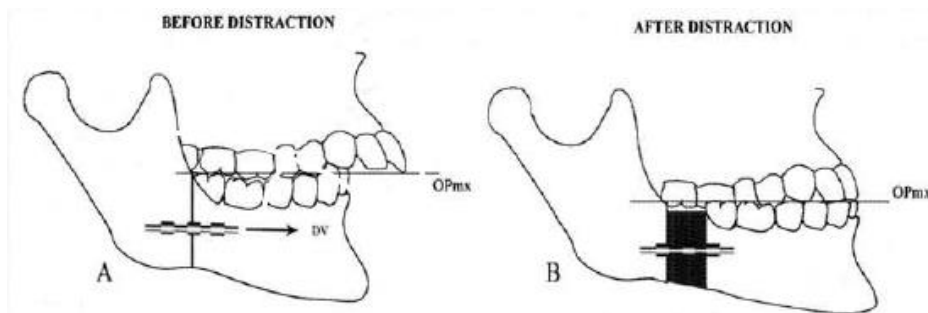


Figura 9: Distratores colocados paralelos ao plano oclusal (A) sem aumento da altura facial (B). Opmx-plano oclusal; DV- vetor de distração (Sethi et al., 2006).

Na DO mandibular, um dos parâmetros cruciais para o seu sucesso é a orientação do vetor da distração, pelo que deverá ser muito bem planeado. Quando o vetor é paralelo ao plano mandibular, e não ao plano oclusal, como sugerem diversos estudos, a morfologia final da mandíbula que se obtém, depois de realizada a DO, é completamente imprevisível (do Vale, 2013).

A aplicação de um vetor incorreto, não só aumenta a distância intercondilar, como provoca uma rotação no sentido anti-horário dos côndilos e uma rotação no sentido horário do segmento mesial que foi distraído, aumentando deste modo, o ângulo goníaco. Clinicamente as consequências podem ser: reabsorção do côndilo; a alteração da posição dos côndilos na fossa glenoide, a qual pode originar disfunção da articulação têmporo-mandibular, e aumentar o risco de recidiva e dependendo do local da osteotomia, o paciente pode adquirir mordida aberta anterior (do Vale, 2013).

A DO é atualmente considerada como uma alternativa viável à osteotomia sagital bilateral para a correção de hipoplasia mandibular (Behnia et al., 2013), apresentando diversas vantagens sobre esta última, tal como: regeneração simultânea de tecidos moles, ausência de necessidade de enxertos ósseos, possibilidade de distração a diferentes velocidades de cada lado da mandíbula, possibilidade de execução em idades inferiores, maior avanço adquirido, menor risco cirúrgico e menor duração cirúrgica (Hassani et al., 2015).

Al-moraissi e Ellis (2015) realizaram uma revisão sistemática e meta-análise na qual a DO mandibular foi comparada com a osteotomia sagital bilateral, com a finalidade de compreender qual das técnicas confere mais estabilidade e qual interfere em maior escala na função neuro-sensorial do nervo alveolar inferior. Neste estudo concluiu-se que, a nível de estabilidade, ambas as técnicas apresentam resultados semelhantes, porém a DO tem uma menor incidência de perturbações neurosensoriais.

Apesar das vantagens que a DO detém sobre a osteotomia sagital bilateral, o seu tempo de tratamento é mais moroso e a oclusão pretendida é mais difícil de alcançar, devido aos vetores de distração. Com a osteotomia sagital bilateral a oclusão final é alcançada no intraoperatório (Al-moraissi & Ellis, 2015). Na osteotomia sagital bilateral, muitas vezes é necessário colocar enxertos, o que aumenta as complicações (Hassani et al., 2015).

6.1.1. Técnica Cirúrgica:

A técnica cirúrgica varia consoante o distrator que se utiliza. Quando o distrator é interno, o acesso ao osso mandibular é feito por via extraoral. Quando é utilizado um distrator externo, o acesso é feito por via intraoral, através de uma incisão no fundo do vestíbulo e posterior descolamento (Rachmiel & Leiser, 2014b).

Geralmente o procedimento é executado sob anestesia geral. Inicia-se com uma incisão de modo a ter acesso à zona a ser distraída. É executada uma corticotomia vestibular, com precaução, por forma a não invadir o osso esponjoso e a fim de não lesionar o nervo alveolar inferior. O distrator é adaptado e colocado paralelo ao plano oclusal. Remove-se o distrator e termina-se a osteotomia, por lingual, com a ajuda de um cinzel. O distrator é colocado no local com a orientação previamente delineada e fixado ao osso. Antes de encerrar o retalho é muito importante confirmar o livre movimento do segmento, pois se assim não for, é sinal que a osteotomia não está bem concluída. Ativa-se o distrator na sua totalidade, se não houver resistências, coloca-se novamente na posição inicial. Por último a incisão é fechada por meio de uma sutura (Hong et al., 2012).

Depois de um período de latência de 5-7 dias, segue-se o período de ativação do aparelho distrator até se atingir uma oclusão classe I e posteriormente o período de consolidação (Al-moraissi & Ellis, 2015).

6.1.2. Distratores

Os dispositivos utilizados na DO mandibular podem ser externos ou internos (Hassani et al., 2014).

Em casos graves de hipoplasia, os dispositivos externos têm a vantagem de conseguir alongamentos de maior comprimento e a sua colocação é relativamente simples, pois pode ser feita intraoralmente, bem como a sua remoção, em que apenas é necessário remover os pinos (Rachmiel, Nseir, Emod & Aizenbud, 2014).

A colocação de dispositivos internos, por outro lado, necessita de uma abordagem extraoral, em que o tecido mole tem que ser dissecado de modo a que se consiga ter acesso à zona a ser distraída. Há algum risco de danificar o nervo facial na colocação destes distratores. A sua remoção é mais complexa, sendo sob anestesia geral. Para além do mais, é necessário um espaço mínimo para os aparelhos internos e quando se tratam de pacientes pediátricos com a mandíbula muito hipoplásica, tal fato pode ser um impedimento para a utilização destes dispositivos (Rachmiel et al., 2014).

Como todos os outros dispositivos externos, os que são utilizados na mandíbula têm a desvantagem de causar desconforto, um maior impacto psicológico e um maior risco de trauma. Os dispositivos internos, por outro lado, são mais confortáveis e podem ser mantidos durante o período de consolidação, o que permite uma melhor ossificação e resultados mais estáveis. A previsibilidade do vetor de distração é maior nos internos pois estes contactam diretamente com o osso (Hassani et al. 2014).

Assim, por todas as suas vantagens, na DO mandibular, sempre que as condições anatómicas o permitam, os distratores internos devem ser a primeira linha de escolha (Rachmiel et al., 2014).

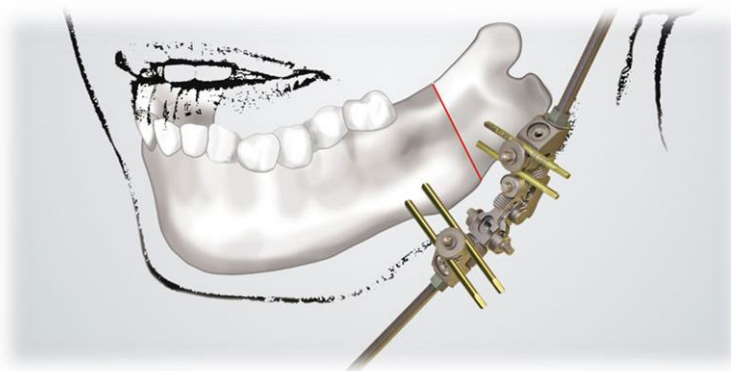


Figura 10: Distrator mandibular externo.

<http://www.klsmartin.com/products/distraction-devices/mandibula/?L=2>

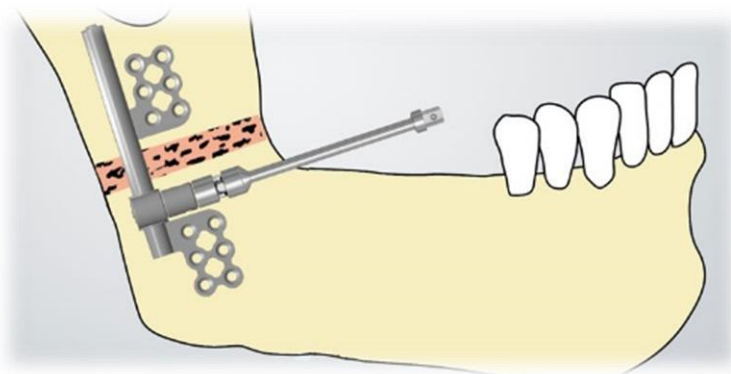


Figura 11: Distrator interno do ramo mandibular

Fonte: <http://www.klsmartin.com/products/distraction-devices/mandibula/?L=2>

6.2. DISTRAÇÃO ÓSSEA MAXILAR

A hipoplasia maxilar é uma consequência comum de diversos síndromes e de fendas oro-faciais. Recentemente, os princípios da distração óssea têm sido aplicados na tentativa de corrigir discrepâncias transversais e sagitais da maxila e do terço médio da face.

O tratamento tradicional da hipoplasia maxilar, quando o crescimento é concluído, passa pela cirurgia ortognática na qual é realizada uma osteotomia *Le Fort I*, posteriormente é executado um avanço abrupto da maxila e por último os segmentos são fixados através de mini-placas. Muitas vezes é essencial colocar enxertos ósseos na lacuna criada pela osteotomia, de modo a estabilizar os resultados e a minimizar recaídas (Vaccari-Mazzetti, Kobata, & Brock, 2009).

Esta abordagem permite uma correção bem-sucedida e previsível, no entanto, em condições mais graves de hipoplasia maxilar, como em síndromes oro-faciais e fendas, é difícil alcançar resultados totalmente satisfatórios (Sant'Anna et al., 2013).

A utilização destas técnicas torna desafiante o tratamento da hipoplasia maxilar visto que, depois do avanço maxilar provocado, há um grande risco de recidiva e de potencial incompetência velo faríngea. Para além disso, quando são colocados enxertos, acresce ainda a possibilidade de haver morbidade do local doador, reabsorção e infecção (Austin, Mattick, & Waterhouse, 2015).

De todas as malformações congénitas da face, a fissura lábio palatina é a mais comum. Estes pacientes geralmente apresentam classe III esquelética e hipoplasia maxilar. A distração óssea é atualmente uma das opções terapêuticas para esta condição (Vaccari-Mazzetti et al., 2009).

Nos pacientes com fissura lábio palatina, quando comparados com pacientes não fissurados, mas que apresentam hipoplasia maxilar, o avanço maxilar é dificultado pela presença de tecido cicatrizado de intervenções cirúrgicas anteriores. Desta forma tendem a mostrar uma maior instabilidade oclusal e uma maior taxa de recidiva, quando tratados por cirurgia ortognática convencional (Takigawa, Uematsu, & Takada, 2010)

Em meados dos anos 1990 a distração óssea passou a ser uma das alternativas cirúrgicas para correção de deformidades do terço médio da face e da maxila, melhorando a função, estética e estabilidade (Austin et al., 2015).

Vários estudos comparam a eficácia da cirurgia ortognática e da DO. Rachmiel, Aizenbud e Even-Almos (2012) concluíram que, quando o grau de deficiência estrutural

é leve, é preferível recorrer a cirurgia ortognática. Todavia, quando são necessários avanços significativos da maxila ou quando os pacientes ainda se encontram em fase ativa de crescimento, a DO confere melhores e mais estáveis resultados.

Também a nível dos tecidos moles, a distração óssea oferece vantagens comparativamente à cirurgia ortognática convencional. Os tecidos moles respondem melhor a esta técnica, pois estes acompanham o movimento dos tecidos duros subjacentes, gerando resultados mais estéticos e funcionais aos pacientes (Ansari et al., 2015).

6.2.1. Distratores

Na DO para avanço maxilar podem ser utilizados aparelhos distratores externos ou internos, sendo que, os externos têm sido amplamente estudados e utilizados (Ansari et al., 2015).



Figura 12: Distrator rígido externo (RED).

[http://www.awonline.com/Published/Polley_RED_II_System_Rigid_External_Distraction_\(complete\)_7183.html](http://www.awonline.com/Published/Polley_RED_II_System_Rigid_External_Distraction_(complete)_7183.html)

Os distratores internos possuem a vantagem de poderem ser mantidos em boca durante o período de consolidação, conferindo uma estabilidade superior e um ambiente mais propício à osteogénese (Ansari et al., 2015). Implicam, igualmente, um menor impacto físico e psicológico no paciente (Takigawa et al., 2010). Os aparelhos internos constituem um maior desafio na sua colocação, principalmente em pacientes mais jovens, nos quais o vestíbulo maxilar é muito estreito, existindo o risco de traumatizar as raízes dentárias. Podem provocar a mesialização de dentes e alterar a posição dos mesmos na arcada dentária, portanto, requerem uma dentição adequada para que haja fixação por

ancoragem dentária (Ansari et al., 2015). O controle do vetor é mais difícil e têm sido relatados avanços menores comparativamente com aos externos (Takigawa et al., 2010).

Quanto à ancoragem dos distratores, são utilizados os *bone-borne* e os *tooth-borne*, tendo por base as características anatômicas do local em que é realizada a distração e consoante a experiência do cirurgião (Bousdras, Liyanage, Mars, & Ayliffe, 2014). A literatura revela que os distratores *tooth-borne* são muito utilizados na distração anterior da maxila e permitem a realização de avanços eficientes (Markose, Paulose, & Paul, 2013).

7. TRANSPORTE ÓSSEO

A distração óssea de disco de transporte (DODT) ou transporte ósseo é uma abordagem cujo objetivo é regenerar novo osso ao longo de um defeito ósseo. Nesta técnica é executada uma osteotomia num segmento ósseo, que se encontra adjacente ao defeito e, posteriormente, o mesmo é movimentado gradualmente ao longo do defeito que irá acabar por preencher. O segmento ósseo que sofre movimentação é denominado por disco de transporte (Sacco & Chepeha, 2007).

No esqueleto craniofacial as indicações da DODT são: defeitos da calote craniana, regeneração do neo-côndilo, defeitos segmentares da mandíbula e distração do rebordo alveolar mandibular e maxilar (Neelakandan & Bhargava, 2012).

Na literatura, esta abordagem está muito documentada na regeneração de defeitos mandibulares. A mandíbula é um osso de extrema importância no esqueleto craniofacial pois auxilia na fala, mastigação, deglutição, assegura a projeção facial e exibe uma grande relevância estética. Quando existem defeitos que comprometem estrutural, estética e funcionalmente a mandíbula, é necessário proceder à sua reconstrução, dada a sua preponderância.

A DODT é caracterizada por ter, pelo menos, um disco de transporte. Assim pode ser classificada consoante o número de discos que são efetuados em: bifocal(um disco), trifocal(dois discos) ou tetrafocal (três discos) (Neelakandan & Bhargava, 2012).

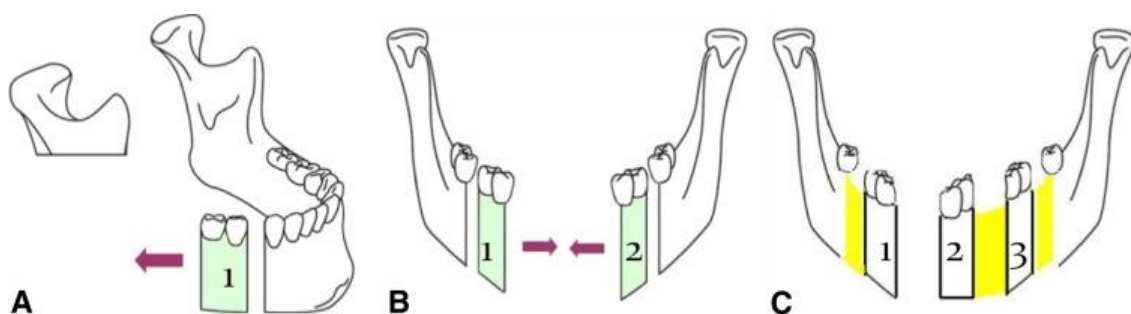


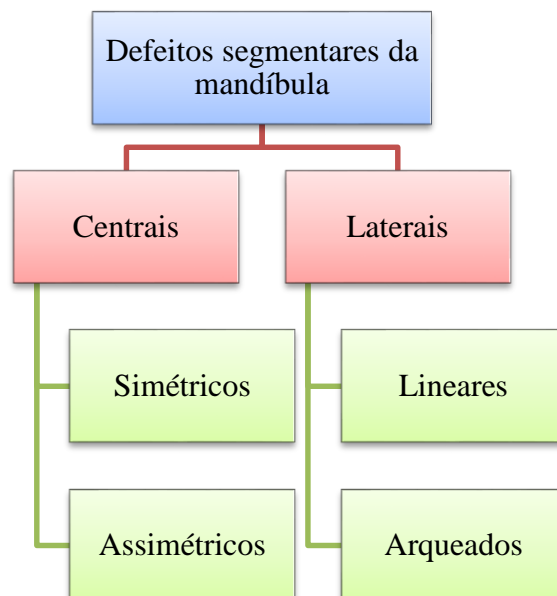
Figura 13: Tipos de distração óssea de disco de transporte: bifocal (A), trifocal (B), tetrafocal (C) (Neelakandan & Bhargava, 2012).

7.1. DISTRAÇÃO DE DEFEITOS SEGMENTARES MANDIBULARES

Diversas ocorrências como traumas, infecções ósseas crônicas, ferimentos de bala e cirurgias ablativas de tumores podem originar defeitos segmentares na mandíbula (Neelakandan, 2012). A reconstrução destes defeitos sempre foi um desafio para os cirurgiões pois as técnicas tradicionais (enxertos ósseos vascularizados, materiais aloplásticos e enxertos ósseos) nem sempre oferecem resultados satisfatórios. A DO é uma opção viável a estas técnicas, preenchendo os defeitos a partir de osso remanescente (Nanjappa et al., 2011).

A maioria dos defeitos segmentares tratados com DODT são causados por traumas ou por recessão de tumores benignos. Pacientes com tumores malignos que foram submetidos a radioterapia podem ser candidatos a distração óssea, porém sabe-se que a radioterapia pode interromper a complexa cascata biológica presente na formação óssea. Pode motivar uma hipovascularização e hipoxia, causando assim um ambiente desfavorável à regeneração dos tecidos. Deste modo, a aplicação de DO nestes pacientes continua a ser um assunto controverso na literatura (Liu, Chen, Yan, & Ping, 2012).

Os defeitos segmentares da mandíbula podem ser centrais ou laterais. Os defeitos centrais são classificados como simétricos ou assimétricos, consoante o tamanho do defeito para cada lado da linha média. Os defeitos laterais podem ser lineares ou arqueados. Os defeitos lineares são aqueles que são posteriores ao segundo pré-molar e envolvem apenas um vetor de distração. Os arqueados são anteriores ao segundo pré-molar e envolvem mais do que um vetor de distração (Neelakandan, 2012).



7.1.1. Técnica cirúrgica

A técnica realiza-se com o paciente sob anestesia geral. Inicia-se com a exposição da mandíbula, de seguida é executada uma osteotomia na região residual de mandíbula a proximal do defeito, de forma a criar o disco de transporte. O distrator é colocado no local com a direção adequada. Existe a possibilidade de utilizar modelos que funcionam como guias na colocação do distrator, de modo a evitar erros na sua orientação. O aparelho é fixado ao osso e é ativado na totalidade. Se não houver resistências, o dispositivo é colocado na posição inicial (Bilbao-Alonso, García-Rielo, Varela-Centelles, & Seoane, 2013).

7.1.2. Distratores

Na reconstrução de defeitos segmentares podem ser utilizados aparelhos internos ou externos. Os dispositivos internos apenas têm a capacidade de executar distrações unidirecionais e bidirecionais. Por seu turno, os externos possibilitam distrações unidirecionais, bidirecionais e multidimensionais. Quando são necessárias reconstruções tridimensionais, os dispositivos externos são mais utilizados, apesar das desvantagens que acarretam (Zapata et al., 2010).

Relativamente à ancoragem, os dispositivos *bone-borne* são os mais utilizados nesta técnica pois conferem uma maior estabilidade e rigidez (Zapata et al., 2010).

Estes distratores geralmente são compostos por quatro componentes básicos: uma unidade de transporte, que tem a funcionalidade de suportar o disco de transporte durante a fase de ativação; um mecanismo de ativação de distração; um braço de ativação que transfere energia do exterior para o interior do dispositivo e, por último, uma estrutura que confere suporte e rigidez (Zapata et al., 2010).

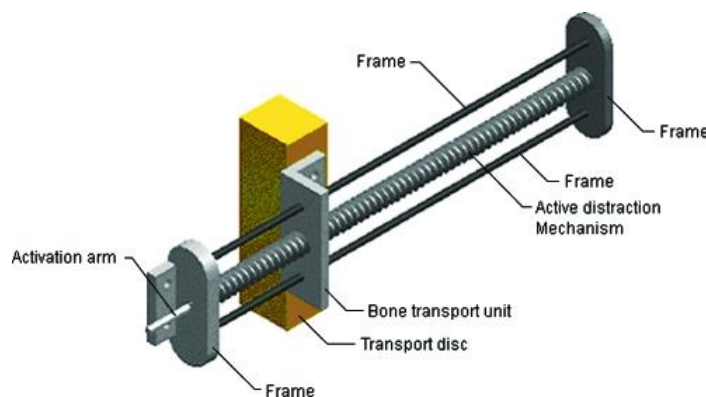


Figura 14: Distrator utilizado para transporte ósseo, constituído por um braço de ativação, estrutura de suporte, unidade de transporte e mecanismo de ativação (Zapata et al., 2010).

7.2. DISTRAÇÃO ÓSSEA ALVEOLAR

A distração óssea alveolar (DOA) é uma técnica utilizada para a regeneração vertical e horizontal de rebordos alveolares atroficos da maxila e da mandíbula (Mampilly et al.,2014).

Os dentes naturais têm a capacidade de transmitir as forças oclusais ao osso, o que permite a manutenção da arquitetura óssea. Quando há perda ou ausência de dentes as cristas alveolares sofrem reabsorção, tanto no sentido vertical como horizontal. A reabsorção na mandíbula (0,4 milímetros por ano) é quatro vezes maior do que na maxila (0,1 milímetros por ano), sendo por isso necessário o aumento imediato do rebordo residual (Mampilly et al., 2014).

Os defeitos do rebordo alveolar podem resultar de doença periodontal, traumas e de algumas anomalias como fendas palatinas ou ausência congênita de dentes (Yang,2014).

A reabilitação oral com implantes dentários em pacientes desdentados parciais e totais é, atualmente, uma prática comum. Porém, as condições locais do osso alveolar ditam o grau de dificuldade e a possibilidade, ou não, de colocação de implantes. Um déficit vertical significativo de osso alveolar torna difícil ou mesmo impossível a colocação de implantes, pois o volume ósseo pode ser insuficiente para a colocação de implantes com dimensões apropriadas (Chiapasco, Zaniboni & Rimondini, 2007).

Deste modo, a reabilitação protética de rebordos alveolares atroficos continua a ser, ainda hoje, um grande desafio (Chiapasco, Zaniboni, & Boisco, 2006; Khongshei et al., 2013).

Várias técnicas cirúrgicas têm sido utilizadas com a finalidade de aumentar a altura do rebordo alveolar para posterior colocação de implantes, no entanto, nenhuma delas tem 100% de previsibilidade e estabilidade (Mampilly et al., 2014).

Os enxertos ósseos, regeneração tecidual guiada (RTG) e biomateriais têm sido largamente utilizados com a mesma finalidade (Brien, Sgarbi & Mazzonetto, 2005).

Os tipos de enxerto existentes são: autógeno, homogêneo, heterógeno e aloplásticos. As possíveis formas de utilização são: em bloco ou particulado. Várias técnicas cirúrgicas são utilizadas para a colocação de enxertos, dentro das quais, podemos citar o enxerto onlay e o enxerto interposicional ou em sanduiche (inlay). (Mazzonetto & Maurette,2009).

Os enxertos autógenos têm sido citados como o *gold standart* na reconstrução de rebordos alveolares atroficos (Mazzonetto & Maurette, 2009).

Das técnicas utilizadas para regeneração de rebordos alveolares atroficos advêm determinadas desvantagens nomeadamente uma previsível reabsorção óssea da região, deiscência dos tecidos moles, morbidade da zona doadora, parestesias, grande probabilidade de infeções e necessidade de um tempo de espera de aproximadamente 6 meses entre as cirurgias e colocação de implantes (Brien, Sgarbi & Mazzonetto, 2005).

A DOA diminui as complicações e o tempo de espera para colocação de implantes (aproximadamente 10 semanas); permite a regeneração de grandes defeitos; a reabsorção óssea do local regenerado é menor, tal como as taxas de infeção; evita a recolha de tecido na área doadora e, como principal vantagem comparativamente aos métodos referidos anteriormente permite, simultaneamente, a regeneração dos tecidos moles designadamente mucosa, nervos e periosteio (Behnia et al, 2013).

Chiapasco et al. (2004) realizaram um estudo em humanos onde comparou a RTG e a DO através de três variáveis: eficácia na correção de deficiências verticais do rebordo alveolar; manutenção do osso ganho ao longo do tempo, antes e após a colocação de implantes e a taxa de sucesso da colocação dos mesmos nas áreas distraídas e nas áreas regeneradas através de RTG. Os resultados deste estudo revelam que ambas as técnicas são eficazes no tratamento, todavia a DO é uma técnica mais previsível a longo prazo. A taxa de sucesso dos implantes foi ligeiramente maior na DO uma vez que a reabsorção peri-implantar foi menor depois da reabilitação protética.

Chiapasco et al. (2007) compararam os enxertos autógenos do ramo mandibular e a DOA através das mesmas variáveis do estudo acima referido. Concluiu que ambas as técnicas são eficazes, com uma taxa de sucesso muito semelhante entre si e equivalentes a resultados obtidos em osso nativo. Estes resultados demonstraram que é difícil dizer que uma técnica é melhor do que outra pois ambas têm as suas vantagens, desvantagens e limitações. Os enxertos ósseos autógenos têm uma aplicabilidade clínica flexível, no entanto têm uma elevada taxa de morbidade, como risco de infeção e de sequelas nos feixes nervosos. A DOA, por outro lado, tem uma baixa morbidade pós-operatória mas é uma técnica mais limitada.

7.2.1. Distratores

Os dispositivos utilizados na DOA podem ser classificados em *tooth-borne*, *bone-borne*, e híbridos, dado que são aparelhos intraorais. Os *bone-borne* podem ainda ser classificados em endósseos ou extra-ósseos (Akay, 2011; Andrade et al., 2011).

Os extra-ósseos são colocados na superfície vestibular do osso alveolar e são fixados ao disco de transporte e ao segmento ósseo hospedeiro. Como exemplo de distratores alveolares extraósseos temos o TRACK 1.0 e TRACK 2.3 (Andrade et al., 2011).



Figura 15: Distrator alveolar extraósseo: TRACK 1.0

http://www.aw-online.com/Published/TRACK_10_Distractor_12mm_6348.html

Nos dispositivos endósseos a haste de distração atravessa o disco de transporte e o segmento de osso hospedeiro. Alguns destes distratores, quando termina o período de consolidação, são removidos e substituídos por um implante, como é o caso do sistema LEAD. Outros, como o DIS-SIS implante-distrator, são deixados no local e utilizados como implante (Andrade et al., 2011). Os implantes-distratores evitam uma segunda intervenção, todavia, é muito provável que a localização ideal do distrator não seja a mesma do que a do implante (Behnia et al., 2013).

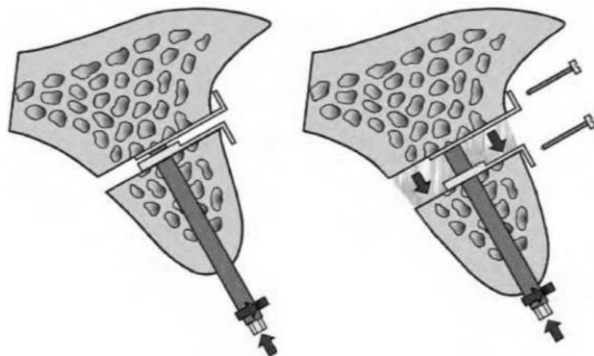


Figura 16: Sistema de distrator LEAD (Behnia et al., 2013).

Os sistemas extra-ósseos são mais fáceis de fixar ao osso por serem mais versáteis, uma vez que não dependem do volume ósseo existente e a placa de estabilização pode ser fixa à distância da osteotomia. Porém, nesses sistemas, a haste de distração e as placas de estabilização proporcionam um aumento de volume que pode ser desconfortável para o paciente, para além da possibilidade de interferir na prótese provisória e, consequentemente, na função e na estética (Zandoná, Fogaça, & Eidt, 2011).

7.2.2. Indicações da DOA

A indicação básica da DOA é a regeneração de grandes defeitos verticais do rebordo alveolar, associados a defeitos dos tecidos moles, desde que sejam maiores do que 9 milímetros (Mazzonetto & Maurette, 2009). A DO alveolar está indicada quando temos uma altura mínima acima das estruturas nobres, como é o caso de feixes neuro vasculares e cavidades sinusais, de 6 a 7 milímetros, por forma a haver espaço para colocar o dispositivo e a conseguir formar um disco de transporte com dimensões mínimas (Öncü et al., 2015).

As zonas mais favoráveis são a região anterior da mandíbula e da maxila e a região posterior da mandíbula, com uma dimensão de 10 milímetros desde o rebordo da crista até à cortical do canal mandibular (Mazzonetto & Maurette, 2009). A região posterior da maxila é a zona mais crítica (Mazzonetto & Maurette, 2009), no entanto alguns estudos relatam casos bem-sucedidos nesta região (Zandoná et al., 2011).

O alongamento ósseo vertical que se consegue obter com a DOA pode chegar a mais de 15 milímetros (Akay, 2011). A maioria dos estudos em que se avalia a eficácia da DO na parte anterior da maxila e da mandíbula refere que a quantidade de aumento obtido varia entre 5 a 15 milímetros (Behnia et al., 2013).

7.2.3. Técnica cirúrgica

Mazzonetto e Maurette (2009) propõe um protocolo para a DO alveolar com recurso a um distrator extra-ósseo:

O paciente é devidamente preparado para a cirurgia, a qual é realizada sob anestesia local, podendo ou não fazer-se sedação.

A cirurgia inicia-se com uma incisão linear, utilizando uma lâmina de bisturi número 15, cerca de 3 milímetros além da linha mucogengival. Relativamente à sua extensão, deverá ser maior do que o defeito 3 milímetros para cada lado. Depois de realizada a incisão, procede-se à exposição total do defeito através do descolamento do retalho apenas por vestibular.



Figura 17: Incisão linear utilizando lâmina de bisturi número 15 (Mazzonetto & Maurette, 2009)



Figura 18: Exposição total do defeito ósseo (Mazzonetto & Maurette, 2009)

Realizada a incisão e o descolamento, o distrator é adaptado, dobrando e cortando as placas de estabilização consoante a anatomia do paciente e o tamanho do defeito. Neste passo deve ter-se em conta que o distrator deverá ser posicionado de forma a permitir a realização das osteotomias sem danificar os dentes e os tecidos.



Figura 19: Adaptação de um distrator consoante a anatomia do paciente e tamanho do defeito (Mazzonetto & Maurette, 2009).

Através de discos diamantados, serras ou brocas troncocônicas, efetua-se uma osteotomia horizontal e duas verticais, paralelas ou ligeiramente divergentes entre si. Na tábuia lingual/palatina as osteotomias são finalizadas com cinzéis de Wagner ou espátula e martelo. A mucosa não deve ser lacerada durante este procedimento e para que tal não ocorra, os autores sugerem que o cirurgião apoie o dedo por lingual/palatino. No final, o disco de transporte fica formado.

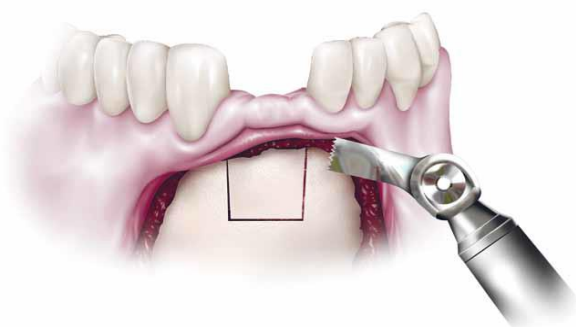


Figura 20: Osteotomias efetuadas com uma serra, podendo ser também com uma broca troncocônica. Uma horizontal (6 mm abaixo da crista) e duas verticais paralelas ou ligeiramente divergentes entre si (Mazzonetto & Maurette, 2009)



Figura 21: Finalização da osteotomia utilizando um cinzel (Mazzonetto & Maurette, 2009)

Depois de formado o disco de transporte e adequadamente mobilizado, o distrator é fixado ao osso através de parafusos. Para se alcançar a estabilidade total do dispositivo, os autores recomendam parafusos monocorticais de 1,5 milímetros de diâmetro por 6 milímetros de comprimento.

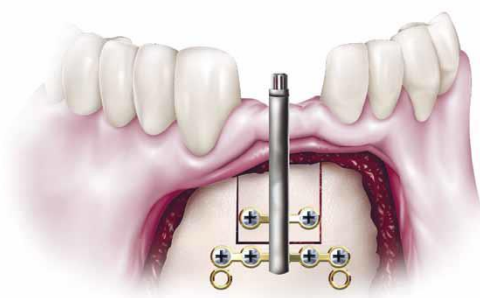


Figura 22: O aparelho é fixo ao osso através de parafusos monocorticais (Mazzonetto & Maurette, 2009).

Antes de proceder ao encerramento é muito importante conferir se o disco de transporte se movimenta livremente, de modo a que fase de ativação não seja afetada negativamente. Para tal, realiza-se a ativação completa do distrator. Se o disco não estiver totalmente mobilizado, as osteotomias deverão ser corrigidas com o auxílio de uma broca.

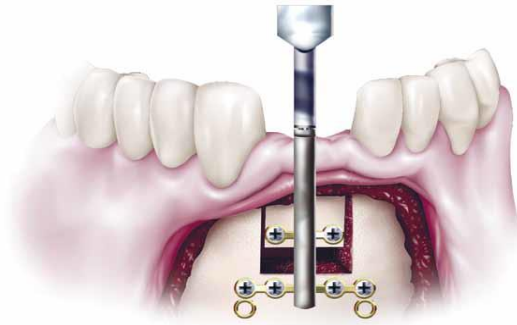


Figura 23: Antes do encerramento do retalho é necessário conferir se o disco de transporte está completamente mobilizado e para tal o distrator é ativado na sua totalidade (Mazzonetto & Maurette, 2009).

Depois de realizado o passo supramencionado, coloca-se o aparelho na posição inicial e sutura-se com pontos simples.

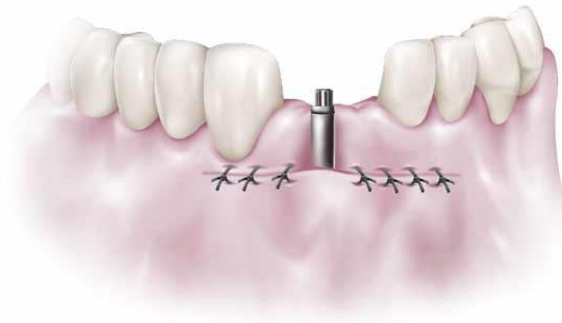


Figura 24: Retalho já encerrado e suturado com pontos simples (Mazzonetto & Maurette, 2009).

Os autores deste protocolo realizam um período de latência de 7 dias, uma fase de ativação de 6 a 12 dias, mediante o caso, uma taxa de 1 milímetro por dia e ritmo de 3 vezes por dia. Posteriormente uma fase de consolidação de 12 semanas, no fim da qual o distrator é removido. Caso o objetivo tenha sido concluído, pode-se prosseguir para a colocação de implantes.

7.2.4. DOA Horizontal

O aumento horizontal do osso alveolar pode ser conseguido através da DOA, porém é uma técnica extremamente precisa e com indicações muito limitadas. Na literatura existem casos descritos em que se conseguiram aumentos compreendidos entre 2,5 milímetros e 7 milímetros. Na maior parte dos casos em que há defeitos alveolares horizontais, os enxertos ósseos tornam-se preferíveis quando comparados com a DO. Os distratores utilizados têm uma haste que é colocada na cortical lingual ou palatina que, quando ativada, promove o movimento do disco de transporte para vestibular. A dificuldade de posicionar o distrator e a osteotomia em tábuas ósseas muito finas torna este procedimento muito restrito (Behnia et al., 2013).

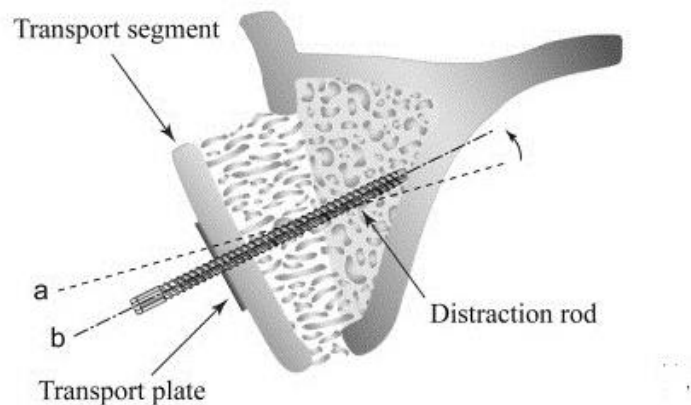


Figura 25: Técnica de DOA horizontal. O distrator utilizado é uma modificação do sistema LEAD (Oda et al 2004).

7.3. DISTRAÇÃO ÓSSEA E ORTODONTIA

A combinação de tratamentos ortodônticos com técnicas de distração óssea pode proporcionar resultados bastantes benéficos, diminuindo em 50% o tempo de tratamento, sem causar danos ao periodonto e sem comprometer a vitalidade pulpar (Mahajan et al., 2013).

A distração óssea pode ser uma alternativa à cirurgia ortognática especialmente em pacientes em crescimento (Cudzilo, 2014; Mahajan, 2013). É um meio eficaz no tratamento de problemas transversais da mandíbula, evitando a extração dentária e possibilita também a movimentação rápida de dentes como caninos e dentes anquilosados (Mahajan et al., 2013).

7.3.1. Rápida movimentação ortodôntica com distração óssea

A aplicação dos conceitos e princípios de DO na movimentação de segmentos contendo peças dentárias é uma inovação relativamente recente da DO no campo da ortodontia, permitindo uma diminuição do tempo de tratamento (Nair et al., 2014).

Nos tratamentos ortodônticos a movimentação dentária é conseguida através da aplicação de uma força mecânica. No lado em que há pressão é induzida reabsorção óssea e do lado em que há tensão dá-se deposição de osso alveolar (Nair et al., 2004).

A retração do canino para o local de extração do primeiro pré molar é um processo lento, com uma duração média de 6 a 8 meses. Através de técnicas convencionais ortodônticas, o encerramento de um espaço é conseguido com uma taxa de 1 milímetro por mês. De modo a ultrapassar este problema temporal, bem como os problemas de ancoragem que são exigidos, a DO torna-se uma alternativa cada vez mais exequível, pois permite uma distalização completa do canino em duas ou três semanas, sem perda de ancoragem e possibilitando que o espaço obtido seja aproveitado para tratar apinhamentos (Nair et al., 2014; Renato, Ribeiro, Henrique, Fernandes, & Oliveira, 2011).

A retração rápida do canino pode estar indicada para diversas situações tais como: apinhamentos severos, biprotrusões dentárias, má oclusão de Classe II divisão 1, más formações radiculares e, ainda, em pacientes com problemas periodontais (Renato et al., 2011).

A rápida movimentação ortodôntica rápida pode ser conseguida através de duas técnicas: distração do ligamento periodontal (DLP) e distração dento alveolar (DDA) (Cherackal & Thomas, 2014).

7.3.1.1. Distração do ligamento periodontal (distração dentária)

A distração do ligamento periodontal, também conhecida por distração dentária, foi desenvolvida por Liou e Huang. Estes autores projetaram uma maneira de distender o ligamento periodontal de igual forma à executada na sutura palatina mediana, a qual pode ser distendida até 1 milímetro por dia (Renato et al., 2011).

O primeiro passo desta técnica é a exodontia do primeiro pré molar. De seguida são executadas duas osteotomias verticais, no septo interdentário, a distal do canino (uma a vestibular e outra a lingual) e outra em direção à base do septo interdentário, no sentido oblíquo. As primeiras osteotomias verticais são interligadas por intermédio da osteotomia oblíqua, que é feita por acesso intra-alveolar. Estas osteotomias têm como função diminuir a resistência óssea a distal do canino e não de remover o osso interseptal em toda a sua extensão de vestibular a lingual. Depois deste procedimento os distratores são cimentados no local (Cherackal & Thomas, 2014).

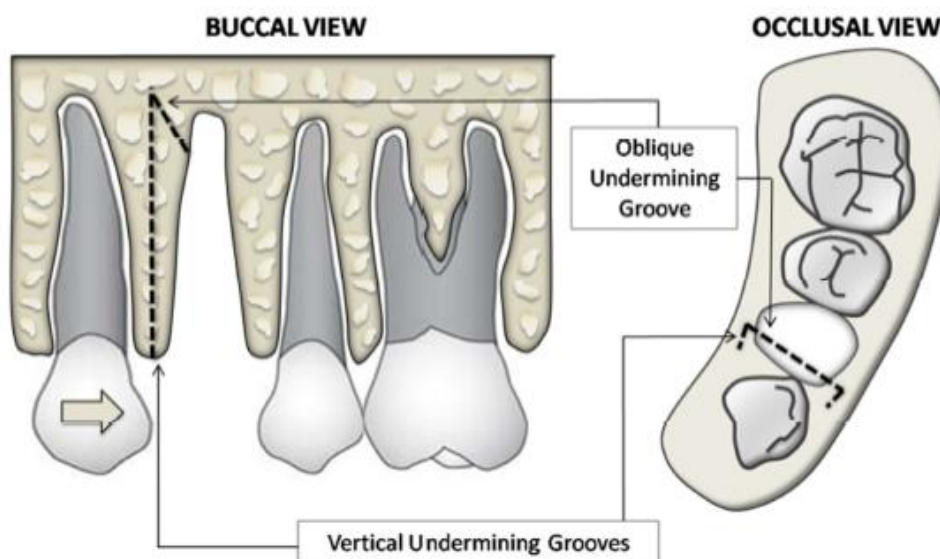


Figura 26: Técnica de distração do ligamento periodontal. Osteotomias verticais e uma oblíqua para diminuir a resistência óssea a distal do canino. Não é executada nenhuma osteotomia na tábua vestibular e lingual (Cherackal & Thomas, 2014)

7.3.1.2. Distração dento-alveolar

A distração dento-alveolar foi desenvolvida por Kisnisci, em 2002, e difere da técnica de Liou e Huang pelo fato de não se distender o ligamento periodontal (Renato et al., 2011). Esta técnica é a mais frequentemente utilizada para a rápida movimentação dos

caninos. Baseia-se na realização de osteotomias na periferia do mesmo e posterior distração de um segmento, que engloba o canino e osso envolvente, ou seja, o dente é transportado como um bloco ósseo.

Esta técnica começa com uma incisão horizontal a 3 milímetros da margem gengival e posterior descolamento. As futuras osteotomias são previamente marcadas com linhas e com vários furos na cortical vestibular. Procede-se à extração do primeiro pré molar e de seguida é realizada uma osteotomia vertical na tábua óssea vestibular que irá ligar os furos feitos na cortical, passando 3 a 5 milímetros abaixo do ápex do canino. Uma osteotomia semelhante é realizada na face posterior da tábua óssea. Depois de realizadas as osteotomias principais, remove-se a cortical vestibular do primeiro pré molar bem como qualquer interferência, sendo a cortical lingual preservada. O segmento agora formado, que inclui o canino e osso esponjoso, deverá ser completamente mobilizado, para tal podem utilizar-se osteótomos maiores, com o cuidado de não dilacerar os dentes vizinhos e a tábua palatina/lingual (Cherackal & Thomas, 2014; Nair et al., 2014).

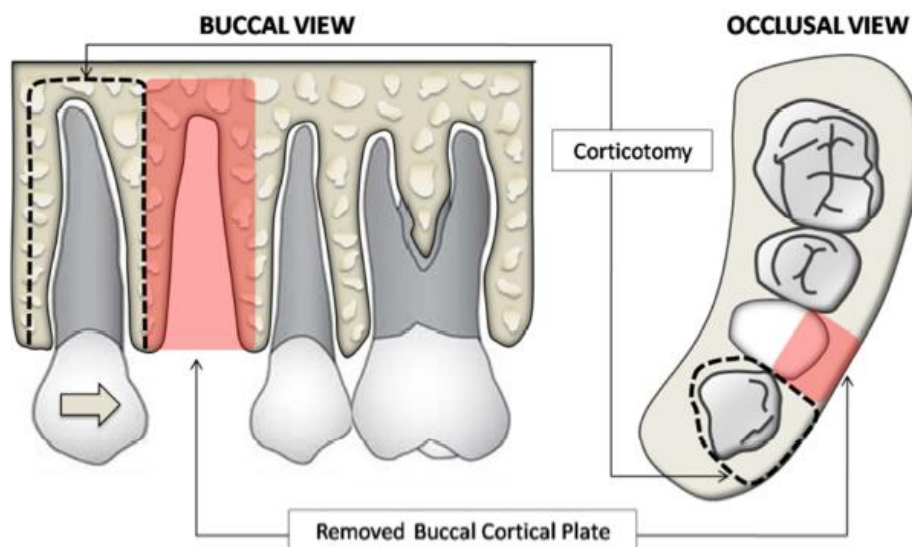


Figura 27: Técnica de distração dento-alveolar que envolve osteotomias verticais e horizontais à volta do canino e remoção da tábua óssea vestibular do primeiro pré-molar. O disco de transporte formado inclui o canino e osso esponjoso (Cherackal & Thomas, 2014).

Quando esta técnica é executada na maxila o osso apical perto do seio maxilar é removido, de modo deixar a membrana do seio intacta para evitar interferências durante o processo de distração (Cherackal & Thomas, 2014).

Quando finalmente o segmento de transporte dento-alveolar está formado, contendo o córtex vestibular, osso esponjoso e o dente, o distrator é colocado no canino e no primeiro molar. Ativa-se na totalidade o distrator para garantir que o segmento se move livremente sem interferências e se tudo estiver adequadamente efetuado, o retalho pode ser encerrado através de uma sutura (Cherackal & Thomas, 2014).

Em DDA é recomendado uma fase de consolidação de cerca de 3 meses. Concomitantemente ao início deste período, o aparelho distrator é removido e iniciado o tratamento ortodôntico com aparelho fixo. São colocadas ligaduras no arco, entre o canino e o molar, e mantidas durante três meses. Nenhuma evidência clínica e radiográfica de fratura, reabsorção radicular, anquilose, deiscência de tecidos moles, ou perda de vitalidade foi observada em caninos no final do DDA e tratamento ortodôntico, bem como no *follow up* (Cherackal & Thomas, 2014).

Kharkar, Kotrashetti & Kulkarni, (2010), compararam a distração do ligamento periodontal e a distração dento-alveolar para retração rápida do canino e concluíram que a DDA é uma técnica que apresenta resultados significativamente melhores.

7.3.1.3. Distratores para retração rápida do canino:

A maior parte dos distratores de caninos são personalizados, intraorais, e *tooth borne*.

Os dispositivos são composto por um segmento anterior que se adapta ao canino, um segmento posterior que contem um braço de retenção que se adapta ao molar, um parafuso e uma haste que guia o movimento do segmento ósseo a distrair (Cherackal & Thomas, 2014).

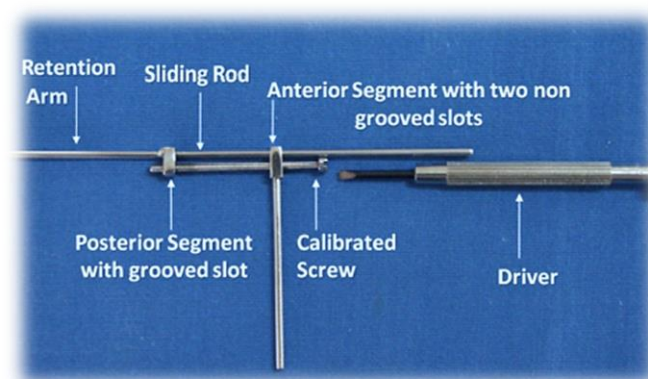


Figura 28: Distrator personalizado para distração rápida do canino, constituído por um segmento anterior, um segmento posterior, uma haste e um parafuso calibrador (Cherackal & Thomas, 2014).

Depois de fabricadas as bandas para o canino e primeiro molar, é executada uma impressão com um hidrocolóide irreversível como, por exemplo, alginato. Posteriormente, as bandas são transferidas para a impressão e é feito o modelo de trabalho no qual vai ser feito o dispositivo. Quando este está concluído, é soldado às bandas tendo em consideração os princípios biomecânicos do movimento do dente e o centro de rotação do canino (Cherackal & Thomas, 2014).

O distratores utilizados para DDA são fáceis de colocar e de ativar, causam um mínimo desconforto ao paciente e promovem uma boa cooperação da parte da mesmo durante todo o tratamento (Kurt, Işeri, & Kişnişci, 2010).

7.3.2. Dentes anquilosados

A anquiose dentária caracteriza-se pela fusão do cimento radicular com o osso alveolar com consequente obliteração do ligamento periodontal (Lin, Sun, Yao, Chen, & Ni, 2014).

As várias hipóteses para tratamento desta situação clínica são: exodontia, luxação cirúrgica, reposicionamento cirúrgico e aparelhos fixos ou removíveis e retenções com ou sem alterações coronais. Outrora, quando diagnosticado um dente anquilosado no setor anterior, o tratamento passava pela extração, o que resultava num defeito alveolar vertical e num comprometimento estético. A luxação cirúrgica, embora seja um conceito válido nos dias de hoje, frequentemente resulta em recidiva da anquiose. O reposicionamento cirúrgico pode originar reabsorção radicular externa. A corticotomia, onde apenas o córtex do osso é cortado e aparelhos ortodônticos são utilizados para mover o dente durante algumas semanas, também tem sido relatada na literatura como possível modalidade de tratamento para a anquiose (Cherackal & Thomas, 2014).

No tratamento da anquiose dentária com DO conseguimos uma expansão simultânea de tecido mole e de osso sem comprometer o aporte sanguíneo ao dente, o que nos permite obter um resultado estético. Quando comparado com outras modalidades de tratamento, a versatilidade do DO consiste no fato de levar a coroa clínica, bordo incisal e margem gengival à sua posição correta (Cherackal & Thomas, 2014).

O conceito baseia-se na DO alveolar e é utilizada para aumentar o osso alveolar tanto no sentido vertical como horizontal (Cherackal & Thomas, 2014).

7.3.2.1. Técnica cirúrgica

A técnica cirúrgica pode ser realizada com anestesia local. Começa-se por fazer um retalho e o seu descolamento. De seguida, com base na avaliação radiográfica, fazem-

se duas osteotomias interdentárias, uma a mesial e outra a distal, divergentes entre si no sentido oclusal. Dois milímetros abaixo do dente anquilosado, executa-se outra osteotomia, mas desta vez horizontal. Com a ajuda de um osteótomo, o segmento agora formado é mobilizado, sempre com o cuidado de não lacerar a mucosa palatina ou lingual. O retalho é então fechado e é feita a sutura (Kim et al., 2010)

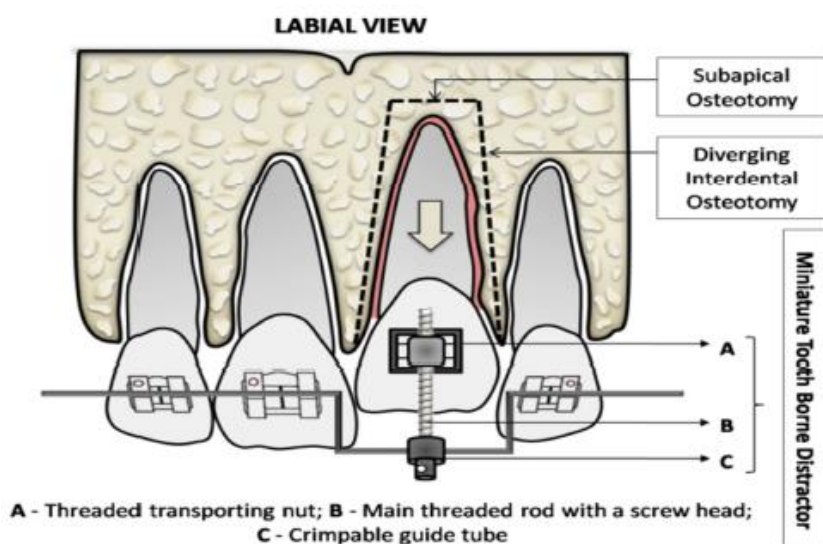
O distrator é aplicado utilizando o arco de arame como a unidade de ancoragem. A fase de ativação usualmente é feita com uma taxa de 0,5 a 0,8 milímetros por dia. Quando o dente atinge a posição desejada, a ativação é interrompida, o aparelho é removido e o dente é incluído no arco durante o período de consolidação (Kim et al., 2010).

7.3.2.2. Dispositivos para dentes anquilosados

Os distratores utilizados para esta técnica são dispositivos miniatura intraorais, personalizados, *tooth borne* e podem ser fabricados a partir de parafusos de expansão convencionais. Estes aparelhos são muito vantajosos pois são fáceis de aplicar e de ativar, dado o seu tamanho tão reduzido, são bem aceites pelos pacientes e são fáceis de remover (Botzenhart et al., 2013).

São essencialmente compostos por três partes: uma haste principal, uma rosca transportadora e um tubo guia (Cherackal & Thomas, 2014).

Figura 29: DO para movimentação de um dente anquilosado, com a utilização de um pequeno distrator



tooth-borne, constituído por: uma rosca de transporte (A), uma haste (B) e um tubo guia (C) (Cherackal & Thomas, 2014).

7.3.3. Distração da sínfise mandibular

A distração da sínfise mandibular também pode ser denominada por distração osteogénica da linha média mandibular e distração transmandibular sínfisiana (De Gijt, Vervoorn, Wolvius, Van Der Wal, & Koudstaal, 2012). Esta técnica está principalmente indicada em problemas mandibulares transversais, encontrados muitas vezes em deformidades dento-faciais e em casos de severos apinhamentos dentários, que por sua vez são uma das mal oclusões mais frequentes. Para além destas duas indicações a DSM também pode estar indicada em casos de impactação de dentes anteriores com falta de espaço e mordida cruzada unilateral ou bilateral (Botzenhart et al., 2013).

Por volta de um ano de idade, a sínfise mandibular funde-se e a partir desta altura já não é possível proceder à sua abertura, pelo menos através dos métodos convencionais ortodônticos (De Gijt, Vervoorn, et al., 2012). Várias técnicas têm sido utilizadas com o objetivo de expandir o arco mandibular, tais como aparelhos de Schwarz, arcos linguais e aparelhos funcionais. No entanto, a longo prazo os resultados não são favoráveis, havendo uma alta taxa de recidiva no alinhamento dentário. Desta forma, as opções terapêuticas para correção de deficiências mandibulares transversais são muito limitadas (Nadjmi, Stevens, & Van Erum, 2015).

O tratamento de apinhamentos dentários anteriores severos, usualmente, passa pelo tratamento ortodôntico combinado com extrações, geralmente de incisivos e pré-molares (Garreau et al., 2015).

A DSM é uma abordagem segura, rápida e que proporciona estabilidade ao longo do tempo. Apesar do descrito, raramente é proposta pelos ortodontistas pois, ainda hoje, é considerada uma técnica invasiva e de risco (Garreau et al., 2015).

7.3.3.1. Técnica cirúrgica

A maioria dos autores realiza esta técnica sob anestesia local ou sedação (intravenosa ou intramuscular). Depois de anestesiado o paciente, é executada uma incisão horizontal de canino a canino, 4 a 6 milímetros acima do fundo do vestíbulo, ou uma incisão no sentido vertical na linha média (De Gijt, Vervoorn, et al., 2012).

Quando o osso está exposto, é efetuada uma osteotomia vertical na linha média até ao processo alveolar.

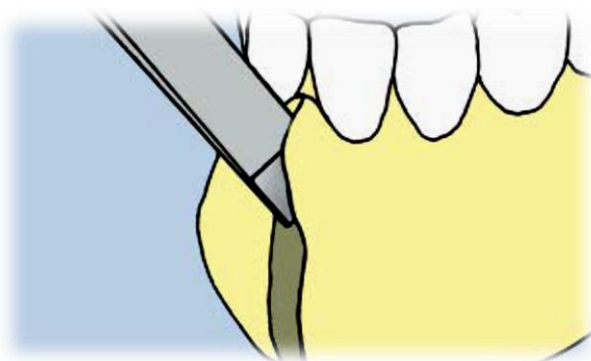


Figura 30: Osteotomia vertical na linha média mandibular, utilizando um osteótomo.

http://www.klsmartin.com/fileadmin/Inhalte/Downloads_Prospekte/Distraktion/90-388-02-06_10_12_Rotterdam_Midline.pdf

Neste ponto, o distrator é ajustado e fixado ao osso através de parafusos monocorticais (De Gijt, Van Der Wal, Kleinrensink, Smeets, & Koudstaal, 2012). A osteotomia interdentária é marcada. Quando o apinhamento é muito severo o espaço entre os ápices radiculares dos incisivos pode ser muito estreito, o que poderá dificultar a realização da osteotomia sem que sejam causados danos dentários e periodontais. Também é importante referir que, para que se consiga uma boa osteogénese, deverá haver apenas osso, e não raízes dentárias, em ambas as faces das osteotomias (De Gijt, Vervoorn, et al., 2012). O distrator é removido de modo a que a osteotomia interdentária seja executada e para tal pode ser utilizado um osteótomo fino. O distrator é novamente colocado na posição anteriormente prevista (Garreau et al., 2015).

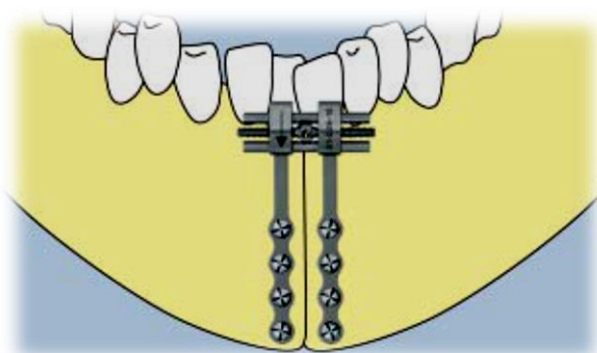


Figura 31: Distrator é fixado ao osso mandibular através de parafusos.

http://www.klsmartin.com/fileadmin/Inhalte/Downloads_Prospekte/Distraktion/90-388-02-06_10_12_Rotterdam_Midline.pdf

A livre movimentação dos segmentos ósseos deve ser verificada através da ativação do distrator. Se não houver nenhuma resistência, coloca-se o distrator na posição inicial. Por fim, a mucosa é encerrada através de uma sutura (Nadjmi et al., 2015)-

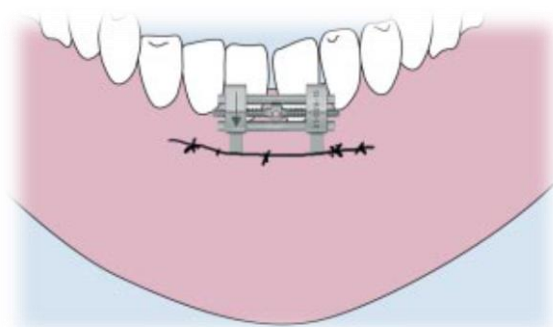


Figura 32: Encerramento da mucosa com pontos simples.

http://www.klsmartin.com/fileadmin/Inhalte/Downloads_Prospekte/Distraktion/90-388-02-06_10_12_Rotterdam_Midline.pdf

7.3.3.2. Distratores

Os distratores utilizados na DSM podem ser *tooth-borne*, *bone-borne* ou híbridos. Os distratores *bone-borne* parecem conferir um alargamento mandibular mais proporcional (tanto a nível alveolar como basal) do que os restantes (De Gijt, Vervoorn, et al., 2012). Os dispositivos *bone-borne* provocam uma maior incidência de irritação e gengivite.

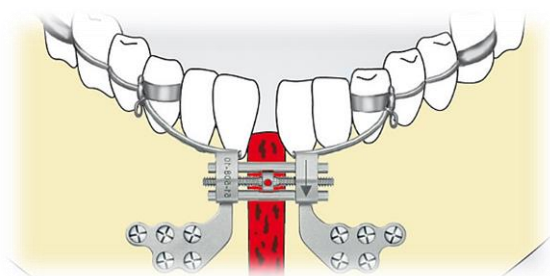


Figura 33: Distrator híbrido para distração óssea da sínfise mandibular.

http://www.klsmartin.com/fileadmin/Inhalte/Downloads_Prospekte/Distraktion/90-340-02-05_07_12_Bologna.pdf

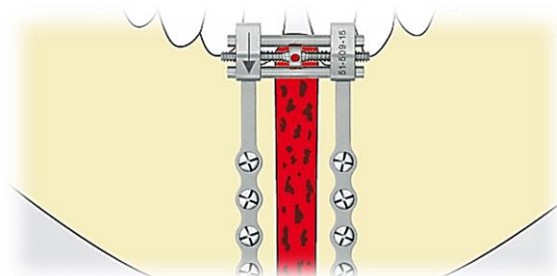


Imagem 34: Distrator bone-borne para distração da sínfise mandibular.

http://www.klsmartin.com/fileadmin/Inhalte/Downloads_Prospekte/Distraktion/90-388-02-06_10_12_Rotterdam_Midline.pdf

8. COMPLICAÇÕES

Tal como Ilizarov referiu: “Não há complicações com a técnica, existem apenas cirurgiões inexperientes causando problemas aos seus pacientes”. A distração óssea, quando bem planeada e executada por um cirurgião bem treinado e com apetências suficientes, é uma técnica segura. Se assim não o for, certamente, muitas são as complicações que aparecem (Agarwal, 2013).

Atualmente, não há uma classificação estrutural das complicações da DO no esqueleto craniofacial consoante a sua localização (maxila, mandíbula ou terço médio da face) de forma a ter mais aplicabilidade clínica (Verlinden, van de Vijfeijken, Jansma, Becking, & Swennen, 2015).

As complicações mais comuns da DO podem ser divididas em dois grandes grupos: complicações técnicas e complicações específicas (Agarwal, 2013).

As complicações técnicas incluem: distúrbios de regeneração, desvios axiais, estiramento excessivo dos tecidos moles e infeção (Agarwal, 2013).

As complicações específicas podem ser agrupadas em: complicações intraoperatórias e pós-operatórias que, por sua vez, podem ser intra-distração e pós-distração (Agarwal, 2013).

8.1. Complicações técnicas

8.1.1. Distúrbios de regeneração

Quando a tensão aplicada aos tecidos, durante a fase de ativação da DO, não é correta, o novo osso regenerado sofre alterações, nestes casos, obtemos um pode-se formar um regenerado hipertrófico ou hipotrófico. Um regenerado hipotrófico é definido por um atraso na formação do novo osso e na sua consolidação. Uma osteotomia feita incorretamente, bem como a instabilidade do distrator podem induzir a formação de um regenerado hipotrófico. Por sua vez, um regenerado hipertrófico é a formação muito rápida de novo osso com uma consolidação prematura. Pode ser causado por uma elevação excessiva do perióstio, instabilidade do distrator e erros estratégicos no planeamento. As fraturas também podem ser incluídas neste grupo, ocorrem principalmente depois da remoção do aparelho distrator. Podem advir de diversos motivos, entre os quais, a incorreta avaliação da maturidade óssea e um período de consolidação curto (Agarwal, 2013).

8.1.2. Estiramento excessivo dos tecidos moles

Consoante o tipo de tecido, a resposta ao *stress* e à tensão varia. Os vasos sanguíneos são os que melhor se adaptam a estas condições, no entanto, quando a força de estiramento é excessiva pode ocorrer isquemia, que irá prejudicar a formação de novo tecido ósseo saudável e de qualidade. Os músculos toleram bem um estiramento até 20% do seu comprimento inicial, a partir daí, sintomas como dor, sensibilidade e limitação do movimento podem aparecer. Os nervos permitem que 15 a 20% do seu comprimento seja estirado, mais do que estes valores há uma perda de função motora e de sensibilidade. Para além do estiramento, os nervos, podem ser lesionados durante a colocação do aparelho distrator (Agarwal, 2013).

8.1.3. Infeção

Geralmente, quando há infeção durante a DO, está associada a utilização de distratores externos, mais especificamente, ao redor dos pinos percutâneos (Argawal, 2013).

8.2. **Complicações específicas**

As complicações intraoperatórias incluem hemorragia, distúrbios neurossensoriais, fratura óssea, complicações associadas á colocação do distrator, como por exemplo, a colocação dos pinos dos distratores externos não paralelos, ou dos dispositivos internos com orientação errada, e por último a execução de uma osteotomia incompleta, que apesar de ser um erro intraoperatório, as complicações surgem mais tarde, durante a fase de ativação, causando dor e dificuldade de distração. Por esta razão é muito importante conferir sempre se o segmento ósseo osteotomizado executa movimentos livres de interferências (Argawal, 2013).

Relativamente à fase de ativação e de consolidação, as complicações mais frequentes são: vetor de distração incorreto, desprendimento ou soltura do distrator, consolidação precoce, fibrose, formação de quisto dentífero, parestesias e trismos (Argawal, 2013).

Depois de terminada a DO, o resultado esperado pode não ser obtido e pode haver recidiva. Cicatrizes cutâneas podem permanecer e estão associadas à utilização de distratores externos (Agarwal, 2013). A mordida aberta anterior é uma das complicações da DO mandibular quando o vetor de distração não é paralelo ao plano oclusal (Sethi et al., 2006).

III. CONCLUSÃO

Depois de efetuada esta revisão de literatura, tendo sempre como base os artigos mais recentes e com maior nível de evidência científica (revisões sistemáticas e meta-análises) podemos retirar as seguintes conclusões:

- Os mecanismos biológicos presentes na regeneração durante a distração óssea não estão completamente esclarecidos. São necessárias futuras pesquisas para elucidar todo o processo, pois compreender a biologia pode ajudar a delinear novas estratégias, como por exemplo, para acelerar o período de consolidação.
- A DO é uma técnica eficaz no tratamento de pacientes que apresentam hipoplasia mandibular e classe II esquelética e necessitam de grandes avanços. Síndromes tais como Treacher-Collins, Pierre Robin, microsomia hemifacial e anquilose da articulação têmporo-mandibular, têm sido abordados com esta nova técnica e descritos na literatura. A DO pode ser uma alternativa à osteotomia sagital apresentando vantagens e desvantagens em relação à mesma.
- A DO é eficaz no tratamento de hipoplasia maxilar, resultante de alguns síndromes e de fendas oro-faciais, proporcionando uma melhoria da função, estética, e estabilidade. Em pacientes que já não se encontram em crescimento e pacientes que apresentam apenas uma ligeira deficiência maxilar, a cirurgia ortognática convencional é preferível. No entanto, em pacientes ainda se encontram em crescimento, que carecem de moderados a grandes avanços e que possuem deficiências estruturais consideráveis da maxila, a DO é a técnica mais indicada.
- A DO é uma abordagem promissora na correção de defeitos segmentares causados por traumas, infeções crónicas ou cirurgias ablativas de tumores, oferecendo excelentes resultados clínicos.
- A DO alveolar é uma técnica válida e promissora para reconstrução de rebordos alveolares atróficos para posterior colocação de implantes, permitindo a formação de osso com características semelhantes ao osso nativo.
- Para além da aplicabilidade da DO ao nível da implantologia, quando combinada com ortodontia, proporciona resultados muito satisfatórios. Oferece excelentes resultados no tratamento de problemas transversais da mandíbula, evitando a extração dentária e possibilita também a movimentação rápida de dentes, como caninos e dentes anquilosados, reduzindo para metade o tempo de tratamento ortodôntico.

- A distração óssea, quando bem planeada e executada por um cirurgião bem treinado e com aptências suficientes, é uma técnica segura e eficaz.

BIBLIOGRAFIA

- Ai-Aql, Z. S., Alagl, A. S., Graves, D. T., Gerstenfeld, L. C. e Einhorn, T. A. (2011). Molecular mechanisms controlling bone formation during fracture healing and distraction osteogenesis. *Journal of Dental Research*, 87(2), 107–118. Disponível em: <http://doi.org/10.1177/154405910808700215>
- Akay, M. C. (2011). Distraction Osteogenesis of the Maxillofacial Skeleton : Clinical and Radiological Evaluation. In K. Subburaj (Ed.), *CT Scanning- Techniques and Applications* (pp 121-146). Rijeka, Croatia: In Tech
- Alam, S., Natu, S. S., Gokkulakrishnan, S., Giri, K. Y. e Sharma, H. (2012). Distraction Osteogenesis as a Solution for Facial Deformity : A Review. *Journal of Dental Sciences & Oral Rehabilitation*, 17–22.
- Al-moraissi, E. A., e Ellis, E. (2015). Bilateral Sagittal Split Ramus Osteotomy versus Distraction Osteogenesis for Advancement of the Retrognathic Mandible: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, doi: 10.1016/j.joms.2015.01.003
- Andrade, N., Gandhewar, T. e Kalra, R. (2011). Development and evolution of distraction devices: Use of indigenous appliances for Distraction Osteogenesis-An overview. *Annals of Maxillofacial Surgery*, 1(1), 58-65. Disponível em: <http://doi.org/10.4103/2231-0746.83159>
- Ansari, E., Tomat, C., Kadlub, N., Diner, P. A., Bellocq, T., Vazquez, M. e Picard, A. (2015). Skeletal and soft tissue changes and stability in cleft lip and palate patients after distraction osteogenesis using a new intraoral maxillary device. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 43(3), 323–328. Disponível em: <http://doi.org/10.1016/j.jcms.2014.12.006>
- Arantes, M., Araújo, C. e Basting, R. (2006). Avaliação Da Estabilidade De Um Distrator Osteogênico.Comunicação apresentada no 16º Simpósio de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Uberlândia.

- Agarwal, R. (2013). Unfavourable results with distraction in craniofacial skeleton. *Indian Journal of Plastic Surgery: Official Publication of the Association of Plastic Surgeons of India*, 46 (2), 194–203.
- Austin, S. L., Mattick, C. R. e Waterhouse, P. J. (2015). Distraction osteogenesis versus orthognathic surgery for the treatment of maxillary hypoplasia in cleft lip and palate patients: a systematic review. *Orthodontics & Craniofacial Research*, 18(2), 96–108. Disponível em: <http://doi.org/10.1111/ocr.12063>
- Bagatin, A. T. M. (2002). Distraction osteogenesis. *Acta Stomatol Croat*, 36(1), 103–105. Disponível em: <http://doi.org/10.1016/j.fsc.2013.09.003>
- Behnia, H., Tehranchi, A. e Morad, G. (2013). Distraction Osteogenesis. In M. H. K. Motamedi (Ed.), *A Textbook of Advanced Oral and Maxillofacial Surgery* (pp.449-478). InTech. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5772/54647>
- Bilbao-Alonso, A., García-Rielo, J. M., Varela-Centelles, P., & Seoane, J. (2013). Lateral transport osteogenesis in maxillofacial oncology patients for rehabilitation with dental implants: A retrospective case series. *Medicina Oral, Patologia Oral Y Cirugia Bucal*, 18(1), 10–13. Disponível em: <http://doi.org/10.4317/medoral.18103>
- Botzenhart, U. U., Végh, A., Jianu, R. e Gedrange, T. (2013). Mandibular midline distraction osteogenesis. *Oral Health and Dental Management*, 12(4), 305–312. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24390034>
- Bousdras, V., Liyanage, C., Mars, M. e Ayliffe, P. (2014). Segmental maxillary distraction with a novel device for closure of a wide alveolar cleft. *Annals of Maxillofacial Surgery*, 4(1), 60-63. Disponível em: <http://doi.org/10.4103/2231-0746.133067>
- Brien, P. M. O., Sgarbi, R. e Mazzonetto, R. (2005). Reconstrução do rebordo alveolar atrófico na região anterior de maxila por meio de distração osteogênica. *Revista de Cirurgia E Traumatologia Buco-Maxilo-Facial*, 5(2), 33–40.

- Cherackal, G. e Thomas, N. (2014). Distraction Osteogenesis: Evolution and Contemporary Applications in Orthodontics. *Journal of Research and Practice in Dentistry*, 2014(2014), 1–20. Disponível em: <http://doi.org/10.5171/2014.798969>
- Chiapasco, M., Zaniboni, M. e Rimondini, L. (2007). Autogenous onlay bone grafts vs. alveolar distraction osteogenesis for the correction of vertically deficient edentulous ridges: a 2–4-year prospective study on humans. *Clinical Oral Implants Research*, 18(4), 432–440. doi: 10.1111/j.1600-0501.2007.01351.x
- Chiapasco, M., Zaniboni, M. e Boisco, M. (2006). Augmentation procedures for the rehabilitation of deficient edentulous ridges with oral implants. *Clinical Oral Implants Research*, 17(2), 136–159. Disponível em: <http://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2006.01357.x>
- Chiapasco, M., Romeu, E., Casentini, P. e Rimondini, L. (2004). Alveolar distraction osteogenesis vs. vertical guided bone regeneration for the correction of vertically deficient edentulous ridges: a 1-3-year prospective study on humans. *Clinical Oral Implants Research*, 15 (1), 82-95.
- De Gijt, J. P., Van Der Wal, K. G. H., Kleinrensink, G. J., Smeets, J. B. J. e Koudstaal, M. J. (2012). Introduction of the Rotterdam mandibular distractor and a biomechanical skull analysis of mandibular midline distraction. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 50(6), 519–522. Disponível em: <http://doi.org/10.1016/j.bjoms.2011.08.007>
- De Gijt, J. P., Vervoorn, K., Wolvius, E. B., Van Der Wal, K. G. H. e Koudstaal, M. J. (2012). Mandibular midline distraction: A systematic review. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 40(3), 248–260. Disponível em :<http://doi.org/10.1016/j.jcms.2011.04.016>
- Faber, J., Azevedo, R. B. De, & Báó, S. N. (2005). Aplicações da distração osteogênica na região dentofacial : o estado da arte *. *Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial*, 10(4), 25–33.

- Fernandes, F. H. C. N., Orsi, I. A. e Bezzon, O. L. (2010). Distraction Osteogenesis in Dentistry. *International Journal of Morphology*, 28(3), 743–748. Disponível em: <http://doi.org/10.4067/S0717-95022010000300013>
- Garreau, É., Wojcik, T., Rakotomalala, H., Raoul, G. e Ferri, J. (2015). Symphyseal distraction in the context of orthodontic treatment: A series of 35 cases. *International Orthodontics*, 13(1), 81–95. Disponível em <http://doi.org/10.1016/j.ortho.2014.12.003>
- Goldstein, R. Y., Jordan, C. J., McLaurin, T. M. e Grant, A. (2013). The evolution of the ilizarov technique: Part 2: The principles of distraction osteosynthesis. *Bulletin of the NYU Hospital for Joint Diseases*, 71(1), 96–103.
- Hamdy, R. C., Rendon, J. S. e Tabrizian, M. (2012). Distraction Osteogenesis and Its Challenges in Bone Regeneration. In H. Tal (Ed.), *Bone Regeneration*, (pp. 185–212). In Tech. DOI: 10.5772/3229.
- Hassani, M., Karimi, H., Hassani, H. e Hassani, A. (2015). Maxillary Distraction Osteogenesis. *Surgical Science*, 6, 13–21. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4236/ss.2015.62003>
- Hegab, A. F. e Shuman, M. A. (2012). Distraction Osteogenesis of the Maxillofacial Skeleton: Biomechanics and Clinical Implications. *Open Access Scientific Report*, 1(12) 1-10. doi:10.4172/scientificreports.509
- Hong, P., Graham, E., Belyea, J., Taylor, S. M., Kearns, D. B. e Bezuhly M. (2012). The Long-Term Effects of Mandibular Distraction Osteogenesis on Developing Deciduous Molar Teeth. *Plastic Surgery International*, 2012, 1-5. doi:10.1155/2012/913807
- Jordan, C. J., Goldstein, R. Y., McLaurin, T. M. e Grant, A. (2013). The evolution of the ilizarov technique: Part 1: The history of limb lengthening. *Bulletin of the NYU Hospital for Joint Diseases*, 71(1), 89–95.
- Kanno, T., Mitsugi, M., Paeng, J. Y., Sukegawa, S., Furuki, Y., Ohwada, H., ... Sekine, J. (2012). Simultaneous sinus lifting and alveolar distraction of a severely atrophic

- posterior maxilla for oral rehabilitation with dental implants. *International Journal of Dentistry*, 2012. Disponível em: <http://doi.org/10.1155/2012/471320>
- Kharkar, V. R., Kotrashetti, S. M. e Kulkarni, P. (2010). Comparative evaluation of dento-alveolar distraction and periodontal distraction assisted rapid retraction of the maxillary canine: A pilot study. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 39(11), 1074–1079. Disponível em: <http://doi.org/10.1016/j.ijom.2010.06.012>
- Khongshei, A., Banerjee, S., Gupta, T. e Banerjee, A. (2013). Implant Supported Prosthesis After Ridge Augmentation Procedure by Distraction Osteogenesis for Atrophic Mandible. *The Journal of Indian Prosthodontic Society*, 13(4), 617–620. Disponível em: <http://doi.org/10.1007/s13191-012-0239-1>
- Kim, Y., Park, S., Son, W., Kim, S., Kim, Y. e Mah, J. (2010). Treatment of an ankylosed maxillary incisor by intraoral alveolar bone distraction osteogenesis. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 138(2), 215–220. Disponível em: <http://doi.org/10.1016/j.ajodo.2008.07.024>
- Kinici, R., Ieri, H., Tz, H. H. e Altuğ, A. T. (2013). Dentoalveolar distraction osteogenesis for rapid orthodontic canine retraction. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 60(4), 31-41. Disponível em: <http://doi.org/10.1053/joms.2002.31226>
- Kurt, G., Işeri, H. e Kişnişci, R. (2010). Rapid tooth movement and orthodontic treatment using dentoalveolar distraction (DAD). *Angle Orthodontist*, 80(3), 597–606. Disponível em: <http://doi.org/10.2319/041209-209.1>
- Lin, F., Sun, H., Yao, L., Chen, Q. e Ni, Z. (2014). Orthodontic treatment of severe anterior open bite and alveolar bone defect complicated by an ankylosed maxillary central incisor: a case report. *Head & Face Medicine*, 10(47), 1–8. DOI: 10.1186/1746-160X-10-47
- Liou, E. J.-W., Polley, J. W. e Figueroa, A. a. (1998). Distraction Osteogenesis. *Journal of Craniofacial Surgery*, 9(6), 564–571. Disponível em: <http://doi.org/10.1097/00001665-199811000-00014>

- Liu, Y., Chen, J., Yan, F. e Ping, F. (2012). Mandible reconstruction with transport-disc distraction osteogenesis in children of deciduous dentition. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 41(10), 1223–1228. Disponível em: <http://doi.org/10.1016/j.ijom.2012.04.021>
- Mahajan, A., Kashyap, D., Singh, B. e Kumar, A. (2013). Scope of distraction osteogenesis in dentistry a mini review. *Journal of Regenerative Medicine and Tissue Engineering*, 2(3), 8. Disponível em: <http://doi.org/10.7243/2050-1218-2-3>
- Mampilly, M., Rao, L.P., Sequiera, J., Rao, B. H. S., Chandra, J. e Rai, G. (2014). Rehabilitation of Edentulous Atrophic Anterior Mandible – The Role of Vertical Alveolar Distraction Osteogenesis. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 8(11), 5–7. Disponível em: <http://doi.org/10.7860/JCDR/2014/10436.5146>
- Markose, E., Paulose, J. e Paul, E. T. (2013). Soft Tissue Changes in Cleft Lip and Palate Patients: Anterior Maxillary Distraction versus Conventional Le-Fort I Osteotomy. *Journal of Maxillofacial and Oral Surgery*, 12(4), 429–35. Disponível em: <http://doi.org/10.1007/s12663-012-0467-2>
- Mazzonetto, R. e Maurette, M. E. A. (2009). Distração Osteogénica Alveolar. In *Resconstruções em Implantodontia- Protocolos clínicos para o sucesso e previsibilidade* (pp. 268- 287). Nova Odessa - SP - Brasil: Napoleão Editora
- Nadjmi, N., Stevens, S. e Van Erum, R. (2015). Mandibular midline distraction using a tooth-borne device and a minimally invasive surgical procedure. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 44(4), 452–454. Disponível em: <http://doi.org/10.1016/j.ijom.2014.11.004>
- Nair, A., Kumar, J. P., Venkataramana, V., Yuvaraj, A., Reddy, V. S. e Kumar, S. K. (2014). Dento-Alveolar distraction osteogenesis using rigid intra-oral tooth borne distraction device, 6(2), 106–113.
- Nanjappa, M., Natashekara, M., Sendil Kumar, C., Kumaraswamy, S. V., Keerthi, R., Ashwin, D. P. e Gopinath, A. L. (2011). “Transport Distraction Osteogenesis for Reconstruction of Mandibular Defects”: Our Experience. *Journal of Maxillofacial*

- and Oral Surgery*, 10(2), 93–100. Disponível em: <http://doi.org/10.1007/s12663-011-0190-4>
- Natashekar, M., Chowdhary, R. e Chandraker, N. K. (2011). Rehabilitation of recurrent unicystic ameloblastoma using distraction osteogenesis and dental implants. *Nigerian Journal of Clinical Practice*, 14(4), 486–491. Disponível em: <http://doi.org/10.4103/1119-3077.91763> .
- Natu, S. S., Ali, I., Alam, S., Giri, K. Y., Agarwal, A. e Kulkarni, V. A. (2014). The biology of distraction osteogenesis for correction of mandibular and craniomaxillofacial defects: A review. *Dental Research Journal* , 11 (1), 16–26.
- Neelakandan, R. S. e Bhargava, D. (2012). Transport Distraction Osteogenesis for Maxillomandibular Reconstruction: Current Concepts and Applications. *Journal of Maxillofacial and Oral Surgery*, 11(3), 291–299. Disponível em: <http://doi.org/10.1007/s12663-011-0329-3>
- O'Brien, M. P. E., Maurette, M. E. A. e Mazzonetto, R. (2004). Distracción osteogénica alveolar : una alternativa en la reconstrucción de rebordes alveolares atróficos . Descripción de 10 casos. *Revista Española de Cirugía Oral y Maxilofacial*, 2004(26), 41–47.
- Öncü, E., Isik, K., Alaaddinoğlu, E. E. e Uçkan, S. (2015). Combined use of alveolar distraction osteogenesis and segmental osteotomy in anterior vertical ridge augmentation. *International Journal of Surgery Case Reports*, 8(2015), 124–126. Disponível em: <http://doi.org/10.1016/j.ijscr.2015.01.038>
- Rachmiel, A., Aizenbud, D. e Even-Almos, M. (2012). Treatment of maxillary cleft palate: Distraction osteogenesis vs. orthognathic surgery. *Annals of Maxillofacial Surgery*, 2(2), 127-130. Disponível em: <http://doi.org/10.4103/2231-0746.101336>
- Rachmiel, A. e Leiser, Y. (2014a). The Molecular and Cellular Events That Take Place during Craniofacial Distraction Osteogenesis. *Plastic and Reconstructive Surgery Global Open*, 2(1), 1-8. Disponível em: <http://doi.org/10.1097/GOX.0000000000000043>

- Rachmiel, A., Nseir, S., Emodi, O. e Aizenbud, D. (2014b). External versus Internal Distraction Devices in Treatment of Obstructive Sleep Apnea in Craniofacial Anomalies. *Plastic and Reconstructive Surgery Global Open* , 2 (7), e188. doi:10.1097/GOX.0000000000000147
- Renato, P., Ribeiro, C., Henrique, S., Fernandes, C. e Oliveira, G. S. (2011). Retração rápida de caninos. *Dental Press Journal of Orthodontics*, 16(1), 139–157.
- Sacco, A. G. e Chepeha, D. B. (2007). Current status of transport-disc-distraction osteogenesis for mandibular reconstruction. *Lancet Oncology*, 8(4), 323–330. [http://doi.org/10.1016/S1470-2045\(07\)70102-X](http://doi.org/10.1016/S1470-2045(07)70102-X)
- Sant'Anna, E. F., Cury-Saramago, A. A., Lau, G. W. T., Polley, J. W. e Figueroa, A. A. (2013). Treatment of midfacial hypoplasia in syndromic and cleft lip and palate patients by means of a rigid external distractor (RED). *Dental Press Journal of Orthodontics*, 18(4), 134–143. Disponível em: <http://doi.org/10.1590/S2176-94512013000400005>
- Sant'Anna, E. F., Lau, G. W. T., Marquezan, M., Araújo, M. T. S., Polley, J. W. e Figueroa, A. A. (2015). Combined maxillary and mandibular distraction osteogenesis in patients with hemifacial microsomia. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 147(5) 566-577.
- Saulacic, N., Iizuka, T., Martin, M. S. e Garcia, a. G. (2008). Alveolar distraction osteogenesis: a systematic review. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 37(1), 1–7. Disponível em: <http://doi.org/10.1016/j.ijom.2007.07.020>
- Saulacic, N., Vila, P. G., Martín, M. S. e García, A. G. (2004). Distracción osteogénica del reborde alveolar : revisión de la literatura. *Medicina Oral*, 2004 (9) , 321-327.
- Sethi, P., Patil, S. e Keluskar, K. M. (2006). Mandibular Distraction Osteogenesis : Bid adieu to major osteotomies - A Review. *Journal of Indian Orthodontic Society*, 39, 213–229.

- Spiegelberg, B., Parratt, T., Dheerendra, S. K., Khan, W. S., Jennings, R. e Marsh, D. R. (2010). Ilizarov principles of deformity correction. *Annals of the Royal College of Surgeons of England*, 92(2), 101–105. Disponível em: <http://doi.org/10.1308/003588410X12518836439326>
- Swennen, G., Schliephake, H., Dempf, R., Schierle, H. e Malevez, C. (2001). Craniofacial distraction osteogenesis: a review of the literature: Part 1: clinical studies. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 30(2), 89–103. Disponível em: <http://doi.org/10.1054/ijom.2000.0033>
- Takigawa, Y., Uematsu, S. e Takada, K. (2010). Maxillary advancement using distraction osteogenesis with intraoral device. *Angle Orthodontist*, 80(6), 1165–1175. Disponível em: <http://doi.org/10.2319/011510-29.1>
- Vaccari-Mazzetti, M. P., Kobata, C. T. e Brock, R. S. (2009). “Repairing cleft palate sequel with maxillary distraction osteogenesis. Case Report.” *Arquivos Catarinenses de Medicina*, 38(1), 49–51.
- Verlinden, C. R. A., van de Vijfeijken, S. E. C. M., Jansma, E. P., Becking, A. G. e Swennen, G. R. J. (2015). Complications of mandibular distraction osteogenesis for congenital deformities: a systematic review of the literature and proposal of a new classification for complications. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 44(1), 37–43. Disponível em: <http://doi.org/10.1016/j.ijom.2014.07.00>
- Zandoná, R. L., Fogaça, C. L. e Eidt, S. V. (2011). Redução de defeito ósseo maxilar por meio de distração osteogênica horizontal. *Full Dentistry Science*, 2(8), 364–371.
- Zapata, U., Elsalanty, M. E., Dechow, P. C. e Opperman, L. A. (2010). Biomechanical configurations of mandibular transport distraction osteogenesis devices. *Tissue Engineering. Part B, Reviews*, 16(3), 273–283. Disponível em: <http://doi.org/10.1089/ten.teb.2009.0502>